# VOYAGE D'EXPLORATION

A

# LA MER MORTE

# A PETRA

ET SUR

# LA RIVE GAUCHE DU JOURDAIN

PAR

M. LE DUC DE LUYNES

Membre de l'Institut

(Académie des Inscriptions et Belles-Lettres)

---

ŒUVRE POSTHUME PUBLIÉE PAR SES PETITS-FILS

*SOUS LA DIRECTION DE*

M. LE COMTE DE VOGÜÉ

Membre de l'Institut

(Académie des Inscriptions et Belles-Lettres)

TOME TROISIÈME

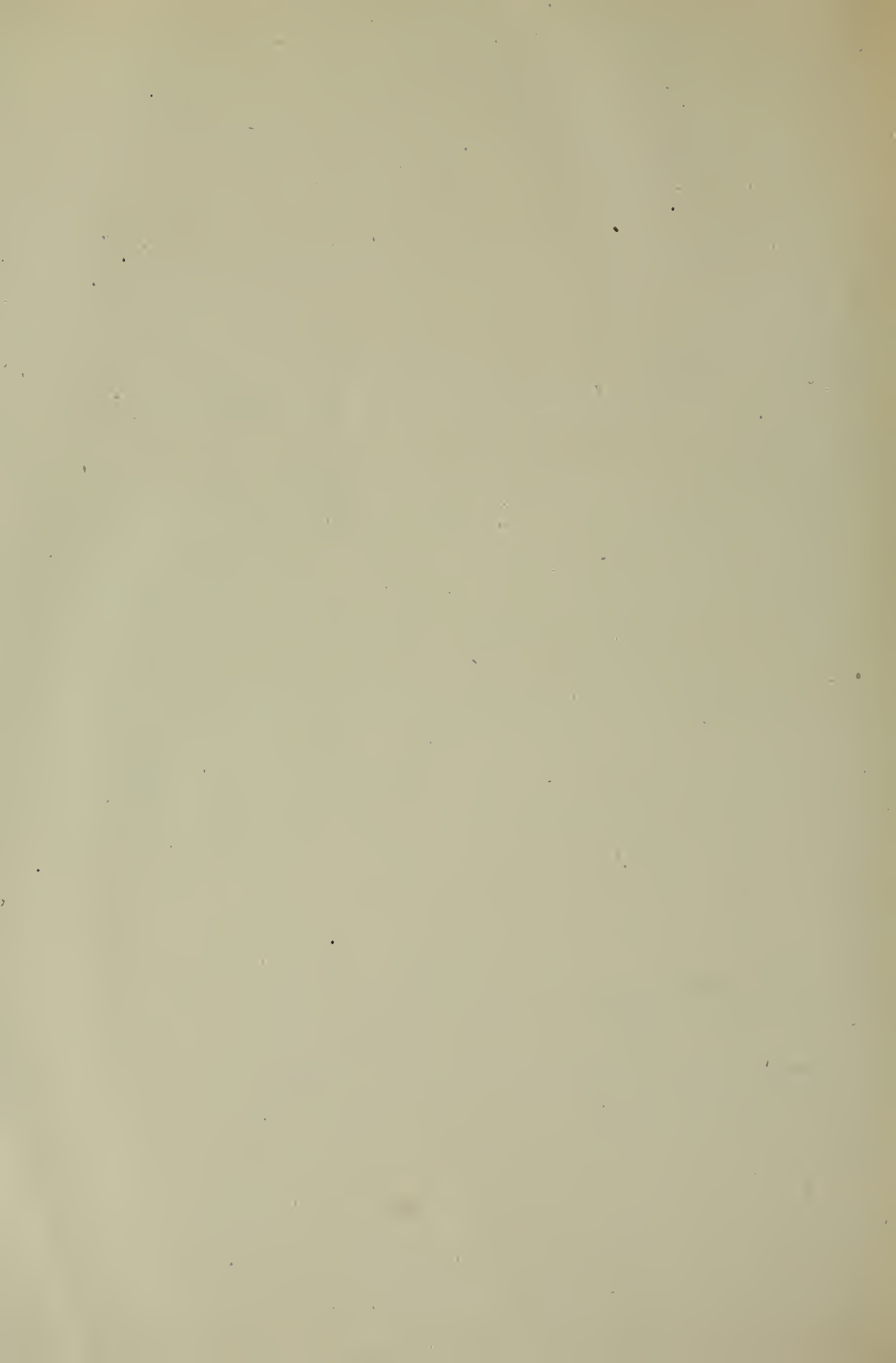
ET DERNIER VOLUME

PARIS

ARTHUS BERTRAND, ÉDITEUR

LIBRAIRE DE LA SOCIÉTÉ DE GÉOGRAPHIE

21, RUE HAUTEFEUILLE, 21



# VOYAGE D'EXPLORATION

A

# LA MER MORTE

PARIS. — IMPRIMERIE ARNOUS DE RIVIÈRE, RUE RACINE, 26

# VOYAGE D'EXPLORATION

A

# LA MER MORTE

# A PETRA

ET SUR

# LA RIVE GAUCHE DU JOURDAIN

PAR

M. LE DUC DE LUYNES

MEMBRE DE L'INSTITUT

(Académie des Inscriptions et Belles-Lettres)

---

ŒUVRE POSTHUME PUBLIÉE PAR SES PETITS-FILS

*SOUS LA DIRECTION DE*

M. LE COMTE DE VOGÜÉ

MEMBRE DE L'INSTITUT

(Académie des Inscriptions et Belles-Lettres)

## TOME TROISIÈME

---

**GÉOLOGIE**

PAR M. LOUIS LARTET

Géologue de l'expédition, Docteur ès sciences.

PARIS

ARTHUS BERTRAND, ÉDITEUR

LIBRAIRE DE LA SOCIÉTÉ DE GÉOGRAPHIE

21, RUE HAUTEFEUILLE, 21



# AVANT-PROPOS

Quel rare et noble exemple, à notre époque, que celui d'un grand seigneur, déjà affaibli par le poids des ans et les chagrins, qui laisse une retraite dorée, où viennent le trouver les échos de l'admiration publique, pour entreprendre un lointain voyage d'exploration au service de la science !

Aussi, parmi ceux-là mêmes dont l'élévation de son esprit, l'étendue de ses connaissances, et par-dessus tout son inépuisable bonté, assuraient au duc de Luynes l'admiration et le respect, combien en est-il qui l'aient entièrement compris?

Il fallait avoir eu l'honneur de l'approcher d'aussi près qu'il nous a été donné de le faire, avoir vécu de sa vie de tous les jours et partagé ses fatigues ainsi que ses recherches, pour voir se révéler complétement cette grande figure qui personnifiait si bien la réconciliation du passé avec le présent et faisait rêver pour l'avenir une harmonie sociale, dont nous sommes, hélas ! si éloignés aujourd'hui.

Lorsque le duc de Luynes eut donné à son pays « qu'il aimait toujours » ces magnifiques collections de médailles dont la valeur vénale a été évaluée à plus d'un million et dont le prix scientifique est inestimable, il conçut, comme on l'a vu, le dessein d'entreprendre un voyage aux terres bibliques. Il voulait explorer avec un soin tout particulier les bords si peu connus de la mer Morte, où il espérait trouver la solution des problèmes importants qu'il s'était proposé de résoudre.

J'eus l'honneur, quoique bien jeune, d'être choisi par lui pour l'accompagner en qualité de géologue. Dans les notes manuscrites qu'il me remit avant mon départ, il appelait spécialement mon attention sur l'étude du bassin de la mer Morte, la formation de ce lac salé, la possibilité de son ancienne communication avec la mer Rouge, les causes de sa

salure et enfin l'origine du bitume que l'on y recueille. Je devais également chercher à me rendre compte des phénomènes anciens qui pouvaient avoir amené des désastres ou des changements sensibles dans la configuration de ces régions et vérifier la réalité des traces d'éruptions volcaniques que certains explorateurs y avaient signalées.

Après un voyage plus heureusement accompli que nous n'avions le droit de l'espérer et qui nous avait fourni une assez riche moisson de faits intéressants, le duc de Luynes revint en France avec le reste de l'expédition. Il nous avait confié, à M. Vignes et à moi, la mission de compléter l'étude de la vallée du Jourdain, par l'exploration des montagnes qui longent la rive gauche de ce fleuve jusqu'à l'Anti-Liban. « Il ne voulait rien négliger, nous disait-il en partant, pour la solution des problèmes physiques qui devaient servir de point de départ à ses propres recherches. »

Lorsque nous eûmes accompli ce second voyage, il nous laissa, avec sa libéralité accoutumée, toute latitude pour en utiliser les résultats, nous encourageant même à publier par anticipation nos observations spéciales.

C'est ainsi que j'ai pu, pour ma part, ébaucher dans une série de communications faites à l'Académie des sciences ainsi qu'à la Société géologique de France (1), les réponses aux principales questions que le duc de Luynes m'avait chargé d'élucider. En même temps s'exécutaient, sous sa haute direction, les planches et cartes qui devaient accompagner le travail plus étendu qu'il avait bien voulu juger digne de faire cortége au sien.

Comme il terminait la relation de son voyage, et allait aborder l'étude des problèmes importants qui l'avaient motivé, la mort, après avoir si souvent frappé autour de lui et sur des têtes bien chères, vint l'enlever à l'affection des siens, à celle de tous ceux qui l'ont connu.....

Depuis cette époque, que d'événements douloureux se sont succédé dans notre malheureux pays, dans notre propre intimité ! Deux grandes douleurs ont été épargnées au duc de Luynes : il n'a pas vu son pays envahi ; il n'a pas vu tomber sur le champ de bataille les deux héritiers de son nom, l'un d'eux, hélas ! pour ne plus se relever !

(1) 1° Sur la formation du bassin de la mer Morte, ou lac Asphaltite et sur les changements survenus dans le niveau de ce lac, *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XXII, p. 420, 1865 (mai). Travail qui fut traduit en anglais par M. Grove et parut dans le *Reader* de mars et d'avril 1866.

2° Sur la découverte de silex taillés, en Syrie, accompagnée de quelques remarques sur l'âge des terrains qui constituent la chaîne du Liban, *Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, t. XXII, p. 537, juin 1865.

3° Recherches sur les variations de salure de l'eau de la mer Morte en divers points de sa surface et à différentes profondeurs, ainsi que sur l'origine probable des sels qui entrent dans sa composition, *Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, t. XXIII, p. 719, 1866.

4° Sur les gîtes bitumineux de la Judée et de la Cœlé-Syrie et sur le mode d'arrivée de l'asphalte au milieu des eaux de la mer Morte, *Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, t. XXV, p. 12, 1866.

Son œuvre a été reprise, dans ces derniers temps, par sa famille et confiée à la direction de l'ami qui a si dignement conservé, dans le monde du duc de Luynes, l'héritage de ses savantes traditions.

C'est ainsi que je me suis vu, dix années après notre voyage, appelé à réunir, dans un travail complémentaire, les résultats de nos recherches géologiques en Palestine, en apportant à leur exposé les modifications que peuvent avoir entraînées les discussions auxquelles je les avais auparavant soumises. Profitant de la liberté accordée si généreusement par le duc de Luynes et voulant d'ailleurs sauvegarder nos droits à la priorité de nos découvertes, j'en avais publié les plus importantes dans un Essai consacré à la géologie générale de l'Orient (1).

Dans l'étude plus spéciale qui va suivre, il sera seulement question des contrées que nous avons parcourues dans le voyage en Palestine et en Arabie Pétrée, contrées comprises entre le Liban et la mer Rouge. Je donnerai un développement particulier à l'examen des problèmes physiques que le duc de Luynes m'avait, dès le début, signalés lui-même avec tant de prévoyance. Dans ce travail se trouvera ainsi réuni tout ce qui peut servir de complément, au point de vue des recherches géologiques, à sa docte relation de voyage.

C'est donc sous l'égide de la mémoire chère et vénérée de notre illustre chef d'expédition que cette étude se présente ici. Ce sera sa raison d'être en même temps que son excuse. Qu'il me soit permis de l'offrir également, comme l'humble témoignage de mes regrets et de ma profonde gratitude.

. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

J'aurais pu, dans ce travail, suivre pas à pas l'itinéraire de l'expédition, adoptant ainsi la méthode usuelle d'une relation de voyage et indiquant les observations dans l'ordre chronologique où elles ont été faites. Une telle méthode eût considérablement simplifié mon travail, mais il eût été difficile au lecteur d'en tirer des idées générales sur la constitution géognostique du pays, idées qu'il est essentiel de posséder pour bien comprendre la discussion des questions spéciales à la mer Morte.

Je crois répondre à ce besoin, comme aussi éviter des redites et obscurités par trop nombreuses, en groupant d'abord ces observations dans une esquisse générale, géologique et

(1) Essai sur la géologie de la Palestine et des contrées avoisinantes, telles que l'Égypte et l'Arabie. *Annales des sciences géologiques*, t. I, 1869 (reproduit dans la *Bibliothèque des Hautes études*, publiée par le ministère de l'Instruction publique).

La seconde partie de cet Essai, consacrée à la paléontologie des mêmes contrées, allait paraître en 1870, au moment ou éclata la guerre. Elle a été imprimée en 1872, dans le t. III des *Annales des sciences géologiques* et reproduite également dans la *Bibliothèque des Hautes études*.

paléontologique des régions dont il est question dans cette étude. Après quoi, je discuterai les problèmes spéciaux que j'ai dû chercher à résoudre, pour me conformer aux instructions qui m'avaient été données.

Dans la description des nouvelles formes organisées que nous avons découvertes à l'état fossile, j'ai évité, autant que possible, de créer de nouvelles espèces, distinguant le plus souvent, à simple titre de variété, des coquilles auxquelles beaucoup de naturalistes, sans doute, n'auraient pas hésité à imposer des noms nouveaux. J'exposerai, à l'occasion, les dangers de tels entraînements ainsi que les idées qui m'ont guidé en cela.

Il a bien fallu, néanmoins, trouver des parrains pour un certain nombre de nos fossiles. J'ai tenu, dès lors, après en avoir placé un certain nombre sous le patronage de la mémoire de notre chef d'expédition, à rappeler les noms de nos compagnons de voyage, MM. Vignes et Combe; de quelques-uns de nos prédécesseurs, Seetzen, Anderson; enfin de ceux dont le souvenir se rattache le plus étroitement aux contrées que nous avons parcourues ainsi qu'aux recherches dont elles ont été l'objet de notre part.

Tels sont : M. le comte de Vogüé, dont il est superflu de rappeler les beaux travaux sur l'Orient; M. Rey, l'explorateur du Hauran et des montagnes de Juda; M. Mauss, le seul de nos compatriotes fixés à Jérusalem chez lequel nous ayons trouvé un fossile (1), enfin M. Gory, l'ami si dévoué de M. le duc de Luynes, auquel il n'a pu longtemps survivre, et le D[r] Falconer, tous deux si bienveillants pour moi, si encourageants dans les débuts de ce voyage.

Malgré le nombre de publications dont la Terre-Sainte a été l'objet (2) et l'impulsion que quelques nations protestantes ont imprimée aux recherches scientifiques entreprises dans ce pays, on n'avait, à l'époque où fut entrepris notre voyage, que fort peu de notions précises sur ses caractères physiques et sa constitution géologique. Encore, les rares documents recueillis devaient-ils être soumis au contrôle d'une vérification sévère. En effet, les voyageurs auxquels on en était redevable manquaient pour la plupart des connaissances spéciales qui auraient pu en assurer la précision. D'ailleurs, ils ont presque tous entrepris leurs recherches à une époque où la Géologie et surtout sa sœur cadette, la Paléontologie, sortaient à peine des langes des systèmes pour entrer dans cette voie sûre et positive qui les a fait parvenir, de nos jours, au premier rang des sciences physiques et naturelles.

(1) Ce fossile intéressant sera décrit et figuré dans la suite sous le nom de *Turritella Maussi.*

(2) La bibliographie de la Palestine de M. Titus Tobler mentionnait déjà, en 1867, 1,860 ouvrages ou relations de voyages se rapportant à cette contrée.

Comment se défendre aussi des tentations incessantes de l'imagination dans un pays où chaque pierre a sa légende, où tout conspire pour jeter du merveilleux sur les objets les plus ordinaires, où les souvenirs, enfin, se pressent en foule pour assiéger constamment l'esprit et lui ôter le calme si nécessaire pour bien observer?

Il faut encore ajouter que les voyageurs, préoccupés surtout de la description des Lieux-Saints, de leurs impressions morales et des incidents du voyage, ont éparpillé les observations scientifiques qu'on leur doit, au courant de leur description, sans se donner la peine de les coordonner avec celles de leurs prédécesseurs, qu'ils ignorent même, le plus souvent.

De telle sorte que ce riche héritage de volumes que les derniers venus n'ont pas le droit de répudier semble devoir être plutôt pour eux un poids accablant qu'une initiation à leurs études et un soulagement dans leurs recherches. En consultant ces documents épars dans de nombreux recueils, on s'impose un labeur assez ingrat et l'on se prépare des déceptions inévitables, peut-être même de nombreuses erreurs, si l'on ne sait réagir à propos contre les impressions puisées dans ces lectures.

C'est en particulier à propos de la mer Morte, ce lac morne et étrange sur lequel planera toujours la légende sombre et dramatique du châtiment des villes maudites, que l'imagination des voyageurs s'est donné pleine carrière. Quelles scènes d'horreur et de désolation n'a-t-on pas retracées à ce propos! A chaque pas, des traces de cataclysmes; à chaque pierre, l'empreinte du feu qui dévora les habitants de la Pentapole. De sorte qu'en descendant dans cette singulière dépression, qui fait de cette région l'un des points les plus remarquables du globe, on s'attend à y rencontrer de nombreuses analogies avec des gouffres et des cratères volcaniques.

De quelles désillusions, de quelles défaillances le géologue n'est-il point accablé lorsque, après s'être fié à ces brillantes et fantaisistes descriptions, il visite à son tour cette contrée avec le ferme dessein de suivre le précepte de Léopold de Buch, « de bien voir avec ses yeux »! Au lieu des scènes de chaos et de bouleversement dont on fut si prodigue, il ne trouve que des bancs calcaires régulièrement stratifiés, presque horizontaux. A la place des cratères d'explosion et des bombes volcaniques que certains archéologues modernes ont jetés à profusion au courant de leur relation de voyage, ce ne sont que marnes crayeuses à silex noirs dont il faut chercher les analogues aux environs de Paris plutôt que dans les districts volcaniques de l'Italie méridionale. Il n'est pas jusqu'à cette mer Morte, présentée partout sous des aspects sinistres et lugubres, que nous n'ayons jugée calomniée et, par une réaction bien naturelle, nous nous prenions parfois à la

comparer, sauf pour la salure et la fertilité des rives, au lac de Genève dont elle a à peu près l'étendue.

Il faut bien reconnaître que tous les voyageurs n'ont pas été aussi superficiels, et qu'il en est qui nous ont laissé quelques aperçus plus fidèles sur la constitution de ce pays; mais devait-on s'y fier complétement lorsqu'au sein des couches qu'ils indiquaient tantôt comme jurassiques, tantôt comme tertiaires, on ne rencontrait que des fossiles crétacés?

Ces incertitudes et ces tâtonnements, qui nous ont fait obstacle à notre début, feront excuser, nous l'espérons, les lacunes et les faiblesses de ce travail. Ajoutons que dans les régions de difficile accès que nous parcourions à l'est de la mer Morte et du Jourdain (où ont été recueillies nos plus nombreuses observations) la rapidité de nos marches, le qui-vive sur lequel nous étions forcés de nous tenir, l'état de guerre continuel des tribus bédouines indépendantes que nous traversions, toutes ces circonstances ne nous permettaient point de faire des études méthodiques et suivies, comme on peut le pratiquer dans d'autres pays plus favorisés à tous égards.

Notre ambition serait seulement d'avoir débarrassé le chemin d'une grande partie des obstacles qui le masquaient et d'avoir préparé pour nos successeurs un sentier plus commode, qu'ils devront élargir et rectifier dans ses nombreuses imperfections.

Si nous n'avons pas atteint ce but, puissent-ils nous accorder, au moins, de l'avoir poursuivi avec la conscience d'un observateur sincère qui n'a épargné aucun effort pour la recherche de la vérité.

L. LARTET.

Toulouse, avril .

# VOYAGE D'EXPLORATION

A LA

# MER MORTE

---

## GÉOLOGIE

---

## PREMIÈRE PARTIE

ESQUISSE GÉOLOGIQUE ET PALÉONTOLOGIQUE DE LA PALESTINE ET DE L'IDUMÉE.

---

### CHAPITRE PREMIER

COUP D'OEIL SUR LA GÉOGRAPHIE PHYSIQUE DE LA SYRIE ET DE L'ARABIE PÉTRÉE.

---

§ 1. **Aspects physiques de l'Orient.** — Parmi les diverses régions du globe, il en est peu qui, sur des distances relativement faibles, présentent dans leurs caractères physiques un contraste plus tranché que celui qui nous est offert par les contrées situées au nord et au sud de la Méditerranée. Au lieu de nos montagnes boisées et de nos fraîches et verdoyantes vallées, l'Afrique et l'Arabie ne nous offrent que des plaines arides et des plateaux sans fin, où le sable, la sécheresse et la salure des terres s'associent pour exclure toute végétation, et donner naissance à ces tristes et mornes solitudes qu'accidentent seulement les quelques massifs montagneux nus et décharnés qui constituent leur maigre ossature.

Néanmoins, dès que l'eau se montre en un point quelconque, la nature y semble

protester contre la stérilité du sol, par le développement exceptionnel d'une végétation dont la nudité du désert fait d'autant mieux ressortir l'aspect saisissant.

Ces caractères physiques, si différents de ceux que présente notre sol européen, impriment aux divers pays qui en sont pourvus un cachet de ressemblance auquel n'échappent ni les animaux, ni les hommes, qui parcourent sans cesse ces steppes ; de telle sorte que celui qui a visité une de ces contrées, la reconnaîtra aisément dans les descriptions des voyageurs qui ont exploré les autres.

Ce sont partout de vastes déserts où la trace laissée par la gazelle et par l'Arabe nomade est sans cesse recouverte par le sable qu'entraîne avec lui le vent chaud du Khamsin ; partout des lacs et des marais, dont la salure l'emporte souvent sur celle de l'Océan et qu'avoisinent des montagnes de sel ; partout des reliefs montagneux de granite, de porphyre et de grès, qui semblent jetés là comme les îles d'un archipel, et dont la désagrégation alimente les courants de sables mouvants ; partout ces plateaux calcaires imprégnés de matières salines, et sur lesquels se développent quelques maigres arbustes que broute en passant le dromadaire ; partout enfin ce vernis brunâtre dont les roches dures sont uniformément recouvertes et qui leur donne un faux air de parenté, que le marteau du géologue vient seul démasquer.

Bien que la Syrie septentrionale, notamment dans la région du Liban, échappe en beaucoup de points à cette livrée de l'Orient, on retrouve dans ses régions orientales et méridionales la plupart de ces aspects physiques. L'Idumée et l'Arabie Pétrée portent une empreinte profonde de ces caractères et viennent relier peu à peu la Syrie aux déserts de l'Arabie et de l'Égypte.

Cette impression générale indiquée ainsi à grands traits, il nous reste, pour l'intelligence de ce qui va suivre, à jeter un rapide coup d'œil sur les reliefs du sol que nous allons bientôt disséquer et dont nous chercherons à donner, pour ainsi dire, l'anatomie géologique.

§ 2. **Orographie.** — Les traits principaux de l'orographie de la Palestine sont, d'une part, les chaînes méditerranéennes telles que les montagnes de Juda, la Galilée, le Liban, ainsi que les chaînes Arabiques comme l'Anti-Liban, le Jaulan, l'Ammonitide, la Moabitide et l'Idumée ; de l'autre, le sillon profond qui sépare ces deux ordres de massifs, en se continuant presque en ligne droite et sans interruptions bien importantes, depuis le nord la Syrie jusqu'à la mer Rouge.

Aux steppes calcaires du Tyh, dans le Sinaï, succède, vers le nord-est de cette presqu'île,

la chaîne de Judée également calcaire, mais dont les sommets, plus élevés, atteignent des altitudes de 1,000 mètres. Ce pli montagneux qui, selon l'expression de M. Scherwood, constitue l'épine dorsale de la Palestine, longe la Méditerranée, envoie un prolongement jusqu'au cap Carmel, et se continue par les collines basses de la Galilée qui le relient au Liban.

Entre ces montagnes calcaires et la mer, s'étendent des plages sableuses qui forment la continuation de celles du nord de la presqu'île du Sinaï et couvrent de vastes surfaces sur les côtes de la Phénicie. A l'est de cette même chaîne court, du nord au sud, un vaste sillon déprimé dont le fond est occupé par la mer Morte et qui se continue au nord-est entre les deux chaînes du Liban et de l'Anti-Liban, par cette vallée que les anciens appelaient *Syrie creuse* ou Cœlé-Syrie, et au sud-sud-ouest par l'Arabah, jusqu'au golfe d'Akabah qui lui fait suite. Les Arabes donnent le nom de *ghor* (1) (vallée creuse) aux diverses portions de ce sillon, qui s'étend du Liban à la mer Rouge, et l'on a pu apprécier la justesse de cette appellation depuis que l'on a vérifié que toute la portion du sillon comprise entre l'Idumée et le Jaulan était à un niveau moins élevé que la surface de l'Océan et que cette dépression de niveau atteignait presque le chiffre de 400 mètres à la mer Morte. Le ghor constitue une sorte de limite naturelle entre les régions méditerranéennes de la Palestine où s'étend la domination turque et les hauts plateaux de la Pérée et de l'Idumée que parcourent sans cesse les tribus libres et errantes des Bédouins.

Les ondulations du fond de ce sillon le divisent en plusieurs bassins : la vallee du Nahr et Ahsi (Orontes); celle du Nahr Khasimieh (Leontes), enfin celle du Scheriat el Kebir (Jourdain) où la dépression du sillon atteint son maximum ainsi que dans celle de l'Arabah qui lui fait vis-à-vis, de l'autre côté de la mer Morte.

Ce sillon suit assez fidèlement la configuration des côtes de la Syrie ; d'abord orienté du nord au sud dans sa portion septentrionale, la vallée de la Bekaa, resserrée entre le Liban et l'Anti-Liban, le fait dévier de cette direction première à laquelle il revient dans la vallée du Jourdain qui s'étend en ligne droite de l'Anti-Liban à la mer Morte. Au sud de ce lac, dont les eaux couvrent la partie la plus déprimée du sillon, étroitement resserrée entre les monts de Juda et les monts Abarims, s'étend une vaste vallée, le waddy Arabah qui se dirige vers la mer Rouge et sépare les montagnes de l'Idumée de la presqu'île du Sinaï.

(1) D'après Danville (*Géographie ancienne abrégée*, t. II, p. 397), et M. Reinaud, le traducteur d'Aboulfeda (*Géographie*, t. II, p. 48), le mot *ghor* ou *gaur* signifie lieux creux ou plaine enfoncée. Aboulfeda applique évidemment ce nom à la vallée du Jourdain, comprise entre la mer Morte et le lac Tibériade, puisqu'il dit : « Le « lac de Zogar (la mer Morte) est situé à l'extrémité du pays de Gaur du côté du midi. » Et plus loin : « Le lac « du Thabaryé (Tibériade) est situé au commencement du pays de Gaur. »

Cependant, vers les deux tiers de sa longueur, à partir de la mer Morte, le fond de cette vallée, d'abord déprimé aux environs du lac, s'élève peu à peu, et les alluvions qui la remplissent font place aux calcaires des plateaux du Tyh qui relient, en ce point, le Sinaï à l'Arabie par une crête ou seuil de 240 mètres à 250 mètres d'altitude. Ce seuil divise l'Arabah en deux versants anticlinaux : celui du nord dont les eaux se rendent à la mer Morte et qui porte plus spécialement le nom d'Arabah, et celui du sud, incliné vers la mer Rouge, auquel on réserve le nom d'Akabah.

A l'est du sillon se montre, à l'extrémité du golfe d'Akabah, le prolongement de la chaîne cristalline qui borde le littoral arabique de la mer Rouge. Ce sont les monts Seir qui, d'abord formés de granite, se continuent au nord par des massifs de grès et de calcaires allant se relier à la crête de l'Arabah dont nous avons parlé. Ces derniers massifs s'élèvent en amphithéâtre près de Petra, où ils atteignent une grande élévation, et le Jebel Haroun (mont Hor), le sommet le plus élevé de cette région, sur lequel la tradition place le tombeau d'Aaron, n'a pas moins de 1,338 mètres d'altitude. A partir de ce sommet, la chaîne de l'Idumée se continue au nord par des plateaux calcaires assis sur une base de grès qui se prolongent à l'est de la mer Morte, en formant les pays d'Ammon et de Moab. Ils ont encore, dans cette dernière région, une assez grande élévation; le plateau de Schihan est à 848 mètres d'altitude; celui d'Hesban a 906 et celui d'el Aal a 967 mètres. Ces hauts plateaux s'étendent au nord par le Belkaa, où se trouve une montagne assez haute, le Jebel Osha ou Jebel es Salt qui domine toute la contrée; puis, dans la chaîne d'Ajloun, leur altitude semble décroître un peu, et près du lac de Tibériade ils sont recouverts par les immenses coulées basaltiques du Jaulan qui se poursuivent jusqu'au pied de l'Anti-Liban.

De ce plateau basaltique du Jaulan, comme des montagnes calcaires d'Adjloun, on aperçoit de loin, vers l'est, le massif volcanique si imposant du Hauran, avec sa coulée grandiose du Ledja. Ces massifs volcaniques du Hauran, du Safa, etc., accidentent seuls le désert de Syrie, dont les steppes arides s'étendent jusqu'à l'Euphrate.

A Banias, au point où s'arrête la coulée volcanique du Jaulan, se dresse le massif calcaire du Jebel es Scheikh (1), qui élève soudain sa cime neigeuse comme pour jeter un défi au désert brûlant qui l'environne. Avec cette haute montagne commence la chaîne de l'Anti-Liban, qui court du sud-ouest au nord-est parallèlement à celle du Liban, dont elle n'est séparée que par la vallée profonde de la Bekaa. Avec elle aussi on

(1) Aboulfeda l'appelle Jebel el Seltdj (montagne de la neige), *Géogr.*, t. II, p. 60. C'est le grand Hermon.

entre dans une région moins sèche et moins aride. Ce sont des montagnes véritables, arrosées par de nombreuses sources et couvertes de verdure. Le Jebel es Scheikh semble posté comme une sentinelle avancée à l'entrée de cette région privilégiée pour avertir que l'on pénètre dans un domaine orographique et hydrographique nouveau, et parmi des populations d'un caractère tout différent de celui qu'offrent les tribus nomades des steppes de la Palestine et de l'Idumée.

§ 3. **Hydrographie.** — Nous avons déjà dit que l'Idumée participait à la nature de l'Arabie Pétrée.

Dans la presqu'île du Sinaï, les steppes du Tyh offrent le caractère de tous les déserts d'Afrique et d'Asie. Les waddis desséchés qui les sillonnent en grand nombre se dirigent, pour la plupart, vers la Méditerranée. Cependant quelques-uns se rendent dans le golfe de Suez et d'autres dans l'Arabah, de telle sorte que s'il était mieux arrosé, ce plateau distribuerait ses eaux à la fois à la Méditerranée, à la mer Rouge et à la mer Morte.

Dans le massif cristallin et élevé qui forme la pointe de la Péninsule, l'eau est beaucoup moins rare; mais là encore, les cours d'eau sont très-peu nombreux et ne sont pas permanents. Ils sont d'ailleurs tout à fait hors de proportion avec ceux qui ont dû creuser autrefois les vallées et les combler avec les alluvions puissantes que l'on y observe.

Dans la vallée d'Arabah, il n'y a pas non plus de cours d'eau permanent.

Dans la portion méridionale, quelques maigres torrents et un certain nombre de sources d'eau saumâtre alimentent seuls la zone aquifère sous-jacente aux sables et le marais salé qui occupe le milieu du waddy Akabah.

Au nord du partage des eaux, les waddis du Tyh et de l'Idumée se réunissent au waddy Jeib, qui, presque toujours à sec, se dirige en droite ligne vers la mer Morte et aboutit à l'extrémité méridionale de la Sabkah. Les sources sulfureuses et séléniteuses d'Aïn Weibeh, d'Aïn Ghuwireh et d'Aïn Meliheh fournissent seules l'eau indispensable aux caravanes qui traversent ce désert.

La mer Morte (1) est un lac sans issue, dont la superficie est à peu près égale à celle du lac de Genève. C'est une des nappes d'eau les plus salées du globe, et la dépression de 392 mètres de son niveau, par rapport à celui de l'Océan, en fait le point le plus bas

(1) Bahar Lut des Arabes (mer de Lot); Bohayré Zogar (lac de Zoar ou de Segor), d'Aboulfeda; Bohayré almontiné (lac fétide) du même auteur; lac asphaltite.

des continents, un véritable *point singulier* dans le relief des terres. Ses eaux sont si denses, que le corps humain ne peut y enfoncer complétement. Vers sa portion méridionale elle est très-peu profonde, et la rive orientale se prolonge de façon à former une presqu'île très-basse, petite langue de terre à laquelle les Arabes ont donné le nom de *Lisan* (la langue). Au nord de cette presqu'île, les profondeurs augmentent rapidement et elles atteignent bientôt près de 400 mètres, ce qui montre que le fond de ce lac doit se trouver à près de 800 mètres au-dessous du niveau de l'Océan (comme le fond des mines les plus profondes.)

On n'observe aucun être animé dans cette nappe d'eau, probablement à cause de sa salure, et c'est sans doute ce qui lui a fait donner le nom de mer Morte.

Les bords de la mer Morte présentent les mêmes caractères que l'Égypte et le Sinaï, c'est-à-dire que la plupart des waddis y sont continuellement à sec. Il n'y a guère que le waddy Safieh, le waddy ed Draah, le waddy Mojib et le waddy Zerka Maïn dont l'apport en eau vienne s'adjoindre d'une façon permanente à celui du Jourdain pour compenser l'immense évaporation dont cette nappe d'eau salée est le siége.

Le Jourdain (1) est une rivière assez rapide et assez large à l'époque de la fonte des neiges de l'Anti-Liban : mais sa hauteur diminue de beaucoup dans les autres saisons, et l'on peut alors le traverser facilement à cheval. Ses eaux, bien que plus chargées de sels que celles des fleuves ordinaires, sont très-potables. Il prend sa source au-dessus de Hasbeya, dans l'Anti-Liban, et porte d'abord le nom de Nahr-Hasbany, mais après avoir reçu, au pied du Jebel es Scheikh, les eaux qui sortent à Banias et au Tell el Kadi sous les coulées du Jaulan, et sont connues sous le nom de sources du Jourdain, il prend ce nom consacré par les Écritures, et pour les Arabes porte celui de Nahr el Scheriat.

Il atteint bientôt le Bahar-el-Houleh (2) (lac de la hauteur), vaste marécage couvert de roseaux, et après s'être frayé un étroit passage le long des coulées basaltiques du Jaulan, il traverse le Bahar Tubarieh (lac de Tibériade), dont les eaux douces sont poissonneuses. Au sortir de ce lac, il reçoit le tribut d'un affluent considérable, le waddy Yarmuk, qui réunit les eaux des versants occidentaux du Hauran; puis, sous l'appellation de Scheriat el Kebir, il se dirige vers la mer Morte en s'enrichissant encore de l'eau de quelques petits affluents, tels que le waddy Rajib et le waddy Zerka (Jabbock) qui drainent les montagnes d'Adjloun, le waddy Ferrah et quelques autres qui lui viennent des mon-

(1) Jarden des Hébreux, Jordanis des Grecs, el Scheriat, Scheriat el Kebir, Nar el gaur (fleuve du Ghor) d'Aboulfeda, Nahr el Ordom (Aboulfeda) ou el Arden (Danville) des Arabes.

(2) Lac Samachonite, Bohayré Banyas d'Aboulfeda.

tagnes de la Samarie, et le waddy Nimrin, ainsi que le waddy el Ghroubba, qui lui apportent les eaux du Belkaa.

Les côtes de la Phénicie, bien que mieux arrosées que l'intérieur de la Syrie, ne sont sillonnées au sud du Carmel que par des waddis sans importance: au nord de ce cap, on peut signaler le Nahr Mekatta qui recueille les eaux de la fertile plaine d'Easdrealon; et, entre Sour (Tyr) et Beyrouth (Béryte), une rivière importante, le Nahr el Khasimieh (Léontes), qui prend sa source dans la Cœlé-Syrie au milieu de la vallée de la Bekaa, non loin de Baalbeck.

Il existait autrefois, ainsi que nous l'apprend Aboulfeda (1), au milieu de cette plaine, un lac situé à une journée de Baalbeck et couvert de joncs et de roseaux. L'émir Sayfeddin Dongouz en fit écouler les eaux dans la partie supérieure du Nahr Khazimieh, qu'on appelle le Nahr Litany, et l'on bâtit vingt villages sur la terre fertile que les eaux abandonnèrent à la suite de ces travaux si utiles au pays.

Le Nahr Litany réunit les eaux du versant sud de la Bekaa, suit quelque temps un cours parallèle au Nahr Hasbany (origine du Jourdain), dont il n'est séparé que par une rangée de collines peu élevées, puis, arrivé en face du Jebel es Scheikh, il fait un coude brusque et va bientôt après, sous le nom de Nahr Khazimieh, se jeter dans la Méditerranée.

Comme le Nahr Khasimieh, le Nahr el Ahsy (2) (Orontes) prend sa source dans la portion la plus élevée de la Bekaa, mais il se dirige vers le nord en drainant le versant septentrional de cette vallée et va se jeter dans la Méditerranée, près d'Antioche, après avoir pareillement abandonné sa direction première pour se frayer, par un changement brusque de direction, un passage à travers les chaînes étroites qui le séparent de la mer.

Le Jourdain, le Nahr Khazimieh et le Nahr el Ahsy sont les trois principaux cours d'eau de la Syrie.

Sur le versant occidental du Liban, sont quelques torrents dont le plus connu est le Nahr el Kelb (fleuve du Chien) (3), au nord de Beyrouth.

Sur le versant oriental de l'Anti-Liban, on trouve le Barada qui entretient la fraîcheur des jardins de Damas, et quelques autres torrents dont les eaux vont se perdre dans de petits lacs sans issue, situés aux pieds des massifs volcaniques du Hauran et du Safa.

(1) *Géographie*, trad. de Reinaud, t. II, p. 49.

(2) Fleuve rebelle ou renversé, parce que son cours est différent de ceux des cours d'eau qui l'avoisinent (Danville).

(3) Ancien Lycus (loup).

En jetant ce coup d'œil rapide sur les caractères que présente le système hydrographique de ces contrées, on est frappé de voir que les innombrables canaux, aujourd'hui desséchés, qui les sillonnent, non moins que ceux, beaucoup plus rares, où coulent encore des torrents temporaires ou permanents dont le volume n'est plus en rapport avec les proportions de ces vallées, témoignent les uns et les autres d'une diminution dans l'alimentation atmosphérique ou d'une augmentation dans l'évaporation, depuis l'époque où les waddis ont été creusés.

Nous verrons, dans la suite, combien d'autres preuves viennent s'ajouter à celles-là, pour faire admettre l'introduction d'un changement climatérique dont nous aurons à rechercher les causes, après avoir étudié en détail la structure géologique des massifs montagneux et des dépressions sur lesquels nous venons de présenter un aperçu sommaire.

Mais avant d'aborder cette étude détaillée du sol, il convient de rappeler les principales recherches dont la géologie de la Palestine a été l'objet jusqu'à ce jour, et de faire tout d'abord la part des voyageurs qui nous ont précédés dans ce pays.

---

# CHAPITRE II

## RECHERCHES GÉOLOGIQUES FAITES JUSQU'A CE JOUR EN PALESTINE.

---

Les anciens ont peu écrit sur la Palestine, et les descriptions physiques qu'ils nous ont laissées de l'Orient n'ont guère d'autre intérêt que celui qu'ils empruntent à leur date reculée.

C'est à leur rêveries géologiques que l'on peut appliquer cette fine et profonde observation de Humboldt à propos de la légende de la mer Amère par laquelle on explique l'abondance des lacs salés dans les steppes des Kirghises : « Ce qui se présente comme une tradition, dit l'auteur du Cosmos, n'est souvent que le reflet de l'impression que laisse l'aspect des lieux. »

Pour les anciens, en effet, les lacs salés et les coquillages pétrifiés rappelaient nécessairement les bords de la mer; et, dans leurs romans physiques, les philosophes n'hésitaient point à admettre le passage récent de l'Océan dans tout pays où se trouvaient des traces de ce genre. Ils ont eu, en cela, de nombreux imitateurs, après même que la paléontologie eut pris naissance et eut démontré d'une manière irréfutable que les coquilles pétrifiées répandues à la surface des continents, appartenaient à des époques diverses, plus ou moins éloignées de la nôtre.

Les nappes d'eau saumâtre dont la présence en Orient est une conséquence naturelle de la richesse salifère des terrains et de l'activité de l'évaporation, devaient, en effet, frapper l'esprit des anciens et se présenter à eux comme des laisses récentes de la mer. Il n'est donc pas étonnant qu'Eratosthènes, Xanthus de Lydie et Straton le Physicien aient expliqué de cette manière la présence des *marais d'eau de mer*, en Égypte ainsi qu'en Asie-Mineure. De là à admettre comme le faisait Eratosthènes (1), qu'auprès de ces marais

(1) Strabon, liv. I, § 5.

d'eau de mer entourés de restes de coquillages, se montraient encore des débris de navires, il n'y avait qu'un pas que l'imagination devait bientôt franchir.

Il est certain que la présence des coquilles pétrifiées, sinon celles des lacs salés, implique l'occupation par la mer de la contrée où on les rencontre. Mais toute la question est de connaître l'époque de cette occupation, et, nous le répétons, les philosophes qui ont étayé de prétendues traditions sur des faits de cette nature, se sont le plus souvent trompés, car ils n'avaient point appris à distinguer des espèces actuelles, les coquilles fossiles tertiaires et secondaires, si abondantes dans ces régions.

Aussi, sommes-nous surpris que des géologues de valeur se soient laissés prendre, de nos jours, aux séductions de certaines cartes anonymes ou attribuées à Court de Gebelin (1) et dans lesquelles ils ont cru retrouver la trace des derniers changements survenus dans la distribution des mers et des continents du monde connu des anciens. Les concordances apparentes que l'on a cru découvrir entre le tracé de ces cartes et le peu que l'on sait des caractères physiques des régions où leurs auteurs font hardiment passer des bras de mer, ces concordances indiquent simplement que les anciens, imités en cela par nos géographes, ont cédé aux mêmes tentations que les géologues que nous venons de citer, lorsqu'ils se sont trouvés en face de déserts salés, sablonneux et déprimés. Égarés par l'insuffisance de leurs connaissances sur ces régions et sans notions bien exactes en histoire naturelle, ils n'ont pas balancé à les envisager comme des fonds de mer.

De là ces prétendues traditions nées de l'impression laissée par une étude superficielle du sol et que ce même *facies* de la région semble plus tard confirmer. Elles ne prouvent qu'une chose, à savoir que si l'on ne doit point s'attendre à retrouver chez les philosophes de l'antiquité la connaissance d'une chronologie basée sur les différences, parfois difficiles à saisir, que présentent entre eux les animaux des diverses époques géologiques, on ne peut au moins leur refuser le mérite d'avoir reconnu l'origine organique et marine de ces débris organisés. En l'absence d'études analytiques et comparatives assez délicates qui auraient seules pu leur permettre de soupçonner l'âge reculé de ces vestiges du passé, ils ont logiquement conclu de la présence de ces coquilles marines en divers points des continents, à l'occupation relativement récente de ces lieux par les eaux de l'Océan.

Réduite à ces rapprochements simples et faciles, la géologie doit être aussi vieille que l'homme. Mais ces systèmes, en quelque sorte naïfs, n'étant point escortés d'un cortége

(1) Carte de la navigation des Argonautes du monde primitif suivant les périples de Timée, d'Hécatée, d'Apollonius et d'Onomacrite pour servir à l'histoire de la Grèce.

Carte du monde primitif à l'époque de la fondation des premiers empires du monde primitif.

d'observations positives et rigoureuses, ne peuvent satisfaire aux exigences de la science moderne; aussi ne nous arrêterons-nous pas à les réfuter en détail. Les considérations générales qui précèdent suffiront, nous osons l'espérer, pour montrer avec quelle réserve et quelle prudence il convient d'accueillir les dires des anciens au sujet des changements qu'auraient éprouvé, depuis les temps historiques, les contrées que nous étudions dans ce travail.

Le moyen âge, comme on pouvait s'y attendre, ni les incursions répétées des croisés, n'ajoutent rien aux connaissances des anciens sur la constitution physique de ces régions. *Joinville* fait simplement mention, dans son *Histoire de saint Louis*, des poissons pétrifiés que l'on trouve en Syrie, comme d'une des merveilles de ce pays.

C'est seulement dans les temps modernes que l'on commence à trouver, dans les œuvres des nombreux pèlerins que l'Orient attire à lui depuis si longtemps, quelques observations sur l'histoire naturelle et la géologie.

Dès le XVI^e siècle, notre compatriote *Pierre Belon* (1547), naturaliste du Mans, recueillit de curieux documents sur l'histoire naturelle de l'Orient et décrivit des sources thermales de Tor dans le Sinaï, ainsi que plusieurs sources salées du désert de Suez. Le passage suivant de cet auteur renferme une naïve légende qui pourrait bien se rapporter à la présence, aux environs de Jérusalem, de certains petits fossiles que nous avons trouvés près de cette ville :

« Quand nous eusmes cheminé demie lieue, nous trouvasmes un grand arbre de There-
« binthe où Nostre-Dame se soulait reposer en venant de Beth-Lehem en Ierusalem, qui
« est situé sur le chemin, près d'un champ, tout semé d'une petite pierre ronde de la
« grosseur et de la forme d'un petit chiche. Le vulgaire dit qu'il y eut un homme qui
« semait des pois, et Nostre-Dame passa par là et lui demanda qu'il faisait : il respondit :
« Ie sème des pierres » et depuis ce temps là, la terre est demeurée pierreuse comme si ces
« pois fussent transmués en pierres (1). »

C'est avec le XVIII^e siècle que commencent les observations vraiment scientifiques que nous allons maintenant énumérer dans l'ordre chronologique où elles ont été recueillies et publiées.

En 1703, *Maraldi* signalait à l'Académie des sciences de Paris la présence de poissons fossiles dans le Liban.

(1) *Observations de plusieurs singularités et choses mémorables trouvées en Grèce, Judée, Égypte, Arabie et autres pays estranges*, p. 322.

En 1714, *Corneille Lebrun* donne, dans son *Voyage au Levant*, des figures de ces pétrifications.

En 1741, *Jonas Korte*, d'Altona, en fait également mention.

*Richard Pococke*, évêque de Meath, signalait presque en même temps les coquilles pétrifiées des environs de la mer Morte.

François Chasseboeuf *de Volney* qui, de 1783 à 1785, visita l'Égypte et la Syrie, nous a laissé de ces contrées des descriptions excellentes. Il mentionne, entre autres choses curieuses, les empreintes de plantes, de poissons, de coquillages et surtout d'*oignons de mer* que l'on trouve dans le Kesraouan (Liban).

Il suppose que la vallée du Jourdain et de la mer Morte n'est due qu'à l'affaissement violent d'un terrain qui jadis conduisait à la Méditerranée (1).

C'est avec le XIX^e^ siècle que commencent les célèbres voyages de *Seetzen* (1806), de l'Espagnol *Domingo Badia* (1807), plus connu sous le nom d'*Ali-Bey*, et de *Burkhardt*, de Bâle (1810), qui voyageait sous le nom de *Scheikh Ibrahim.*

Tous les trois, à l'abri du déguisement, pénétrèrent fort avant, en Arabie et en Palestine, dans les contrées du plus difficile accès. Seetzen et Burkhardt traversèrent les premiers, depuis les croisés, les contrées situées à l'est de la mer Morte et parcoururent la presqu'île du Sinaï. Les récits de leurs voyages contiennent un bon nombre d'observations géologiques que nous aurons occasion de citer dans le cours de ce travail.

Deux commandants de la marine anglaise, *Irby* et *Mangles* (1817), pénétrèrent quelques années plus tard dans ces mêmes régions situées à l'est du Ghor, et, cette fois, avec leur caractère d'Européens. C'est à eux que revient l'honneur de la découverte des dolmens de la Palestine dont ils ont décrit fidèlement les deux principaux districts (2).

C'est un peu plus tard que commencèrent les discussions sérieuses au sujet de l'origine de la mer Morte.

Burkhardt, dans ses voyages, avait découvert la vallée d'Arabah, ce vaste fossé qui se dirige de la mer Morte à la mer Rouge en séparant la presqu'île du Sinaï de l'Idumée. Par un rapprochement analogue à ceux que nous signalions plus haut, on avait dès lors admis que c'était l'ancien chenal par où le Jourdain déversait autrefois ses eaux dans le golfe d'Akabah.

En 1828, *Léon de Laborde* (3), s'appuyant sur une suite de relevés topographiques

(1) *Voyage en Syrie et en Égypte, pendant les années* 1783 *et* 1785, publié en 1788 et 1789, 6^e^ édition, 1823.
(2) *Travels in Egypt, Nubia, Syria and Asia Minor, during the years* 1817, 1818 et 1823, p. 325-463.
(3) *Voyage en Orient,* 1828.

exécutés par lui depuis Akabah jusqu'à Petra, ainsi que sur les textes bibliques, vint émettre l'opinion que le cours du Jourdain avait été interrompu lors de l'événement qui provoqua la destruction des villes maudites, et que cette interruption avait naturellement eu pour conséquence la formation de la mer Morte.

Malgré les protestations de M. *Letronne* (1), qui tirait de l'étude attentive de l'hydrographie de cette contrée la preuve de l'existence d'un double versant anticlinal au milieu de l'Arabah, cette idée tendait alors à prévaloir.

L'excellent mémoire de *Botta* (1833), sur le Liban (2), marqua bientôt l'avénement d'une nouvelle phase dans les recherches géologiques dont l'Orient a été l'objet. Les coupes détaillées et la carte géologique qui accompagnent ce travail donnent une assez bonne idée de la succession des terrains que l'on rencontre dans cette chaîne de montagnes ; enfin les roches et fossiles qu'il adressa au savant géologue qui remplissait alors les fonctions de secrétaire de la Société géologique de France, M. Ami Boué, permirent à ce dernier d'établir entre ces terrains et les types mieux connus de l'Europe des rapprochements intéressants.

Ici prend place, dans cet exposé, la découverte la plus remarquable dont le sol de la Palestine ait été l'objet, découverte qui devait ranimer la discussion au sujet de l'origine de la mer Morte.

En 1837, deux naturalistes allemands, l'un Saxon, *Schubert* (3), l'autre Bavarois, le professeur *Roth*, visitèrent la Palestine et y recueillirent un assez grand nombre d'observations géologiques. Heinrich von Schubert signala de nombreux épanchements basaltiques dans le nord de ce pays où Badia (Ali-Bey) les avait déjà observés, ainsi que divers gisements fossilifères dans le Liban et l'Anti-Liban ; le docteur Roth rapporta de Judée de nombreux fossiles dont, grâce à M. Fraas, nous connaissons maintenant les principaux. Mais la découverte qui fit le plus de sensation, ce fut celle de l'énorme dépression du niveau des eaux de la mer Morte, que Seetzen et Burkhardt avaient considéré comme plus élevé que celui de l'Océan, et que Schubert fixa, d'après ses observations barométriques, à 93 toises au-dessous de ce dernier niveau.

Dans le même temps, deux Anglais, MM. *Moore* et *Beck*, arrivaient également, à la suite de mesures hypsométriques, à découvrir de leur côté cette dépression (4).

Vers la fin de la même année, M. *de Bertou*, voyageant en Palestine, fit dans le Liban

(1) *Journal des savants*, 1835, p. 596.

(2) Observations sur le Liban et l'Anti-Liban, *Mém. de la Soc. géol. de France*, 1re sér., t. I, p. 135, 1833.

(3) *Reise in der Morgenland in den Jahren* 1836 *und* 1837.

(4) *Journ. of the roy. Geograph. Soc.*, 1837.

la connaissance de M. Moore qui lui apprit l'existence de la dépression de la mer Morte. Il entreprit alors de la mesurer avec exactitude et il en fixa bientôt le chiffre à 419 mètres. Bien que la justesse de cette évaluation ait été critiquée à cette époque, et que le capitaine Cailler ait cru à tort devoir le réduire à 200 mètres, ce chiffre se rapproche beaucoup de ceux qu'ont trouvés le lieutenant Lynch et le lieutenant Symonds et, en dernier lieu, de celui qui ressort de nos observations combinées avec celles de notre compagnon de voyage, M. le lieutenant de vaisseau Vignes, qui l'a fixé à 392 mètres.

M. de Bertou parcourut, en outre, pour la première fois, l'Arabah dans toute sa longueur, et confirma les prévisions de Letronne en constatant l'existence, au milieu de ce désert, d'un seuil élevé, d'après lui, de 160 mètres au-dessus du niveau de la mer, et qui le divisait en deux versants anticlinaux (1). Ainsi tombait la théorie de l'ancienne prolongation du Jourdain jusqu'à la mer Rouge, que l'on ne pouvait plus soutenir qu'en faisant intervenir des soulèvements postérieurs effectués aux environs du partage des eaux. En revanche, une nouvelle hypothèse, bien favorisée par la dépression de niveau et la salure extrême de la mer Morte, allait lui succéder : c'est la théorie de l'ancienne communication de la mer Rouge et de la mer Morte, interrompue par les soulèvements dont il vient d'être fait mention.

C'est l'année suivante que le docteur *Robinson* publia son livre célèbre sur la Palestine, dans lequel se trouvent de bonnes indications sur la géographie physique de cette contrée (2).

Vers la même époque, *Russegger*, conseiller des mines autrichien, que Mohammed-Ali avait appelé en Égypte, parcourait ce pays et la Nubie jusqu'aux confins de l'Abyssinie et des déserts de l'Afrique centrale. « Ce fut, me disait un savant docteur bien connu, qui a longtemps habité le Caire, le seul Européen que je vis revenir en bonne santé du Soudan. » Il voyagea ensuite dans la presqu'île du Sinaï, la Judée, la Galilée, le Liban et l'Anti-Liban, et prolongea jusqu'au Taurus la longue suite de ses pérégrinations.

Le journal de Leonhardt et Bronn renferme une série de lettres sur la géologie des contrées qu'il parcourait. Ce ne fut que dix ans plus tard que fut achevée la publication de ses voyages (3). Cet ouvrage est accompagné de cartes géologiques ainsi que de panoramas qui, malheureusement, ne sont ni très-clairs ni bien exacts. Néanmoins, malgré les erreurs et les renseignements hasardés qu'il a cru pouvoir donner sur des contrées restées

(1) Itinéraire de la mer Morte, par le Ghor et Akaba, et retour à Hebron. *Bull. de la Soc. de Géogr.*, t. XI, p. 274, 1839. — Description de la vallée du Jourdain et du lac Asphaltite. *Bull. de la Soc. de Géogr.*, 2e sér., t. XII, p. 161, 1839.

(2) *Biblical researches*, 1838.

(3) *Reisen in Europa, Asien und Afrika*, de 1835 à 1840, publié de 1845 à 1849.

en dehors de ses investigations, ce travail et ces cartes sont d'une grande utilité et méritent encore bien plus d'être consultés que certaines des dernières publications qui ont paru sur le même sujet.

Pendant que la publication de ce travail se poursuivait, il parut en Amérique une note (1) dans laquelle un savant géologue de cette contrée, *Ed. Hitchcock*, eut l'idée heureuse de réunir et de coordonner entre elles les observations recueillies en diverses parties de l'Asie occidentale par les missionnaires américains, en les contrôlant par l'étude attentive des matériaux qu'ils en avaient rapportés. Doué d'une rare pénétration, il en tira, notamment à propos de la géologie de la Syrie, des inductions générales qui montrent que, sans avoir visité ce pays, il a su deviner sa constitution et s'en rendre un meilleur compte que la plupart de ceux qui l'ont parcouru avant et depuis cette époque.

Il admit l'existence d'une faille, s'étendant du golfe d'Akabah à l'Anti-Liban et sans doute aussi jusqu'à Alep, pour expliquer la formation du long sillon dont nous avons parlé plus haut et qui constitue le trait le plus saillant de la géographie physique de cette contrée.

C'était, du reste, l'opinion qu'avait déjà manifestée Léopold de Buch, en réponse aux questions que lui avait adressées sur ce sujet le docteur Robinson. Plusieurs savants ont, depuis, appuyé cette idée que nous avons été assez heureux de pouvoir confirmer par l'étude des déplacements subis par les roches, de l'un et de l'autre côté de cette ligne de fracture.

Contrairement à Daubeny, qui a cru retrouver dans les anciennes prophéties bibliques des allusions à des éruptions volcaniques (2), Hitchcock rejeta l'époque de la manifestation de ces phénomènes au delà des temps historiques, et bien qu'il penchât à attribuer à une influence de cet ordre la formation du sel gemme du Jebel Usdom, il repoussa l'idée émise par Russegger que la mer Morte aurait pu être une dépression cratériforme et le principal siége de ces éruptions.

Conduit toujours par le même tact de critique, le savant professeur du collége d'Amherst repousse également l'hypothèse de l'ancien prolongement du Jourdain jusqu'à la mer Rouge, comme aussi celle qui attribuait aux phénomènes volcaniques l'interruption de l'ancien cours de ce fleuve, la formation de la mer Morte et la destruction des villes maudites. Malheureusement, Hitchcock n'en est pas resté là, et il a voulu à son tour expliquer ce

(1) *Notes on geology of several parts of Western Asia founded chiefly on specimens and descriptions from American missionaries. — Report of the meeting of the assoc. of Americ. geologists.* Boston, 1843, p. 369.

(2) *Descript. of actives and extincts volcanoes*, 1826, p. 278.

désastre en l'attribuant à un affaissement. Ce phénomène aurait eu pour conséquence la formation de la mer Morte et l'exhaussement simultané de la montagne de sel, à l'apparition de laquelle il attribue la transformation, en une plaine stérile, de la vallée fertile de Siddim ; enfin l'inflammation des sources bitumineuses vient, dans sa théorie, compléter le tableau que nous a laissé la Bible de cette grande catastrophe.

Hitchcock n'a cependant pas été jusqu'à admettre, comme l'ont fait Robinson et Smith, Michaelis et Busching et plus récemment M. Gaillardot, que l'inflammation de ces calcaires bitumineux avait été la cause de l'affaissement du sol aux environs de la mer Morte.

Un des compatriotes d'Hitchcock, M. *Scherwood*, a publié, deux ans plus tard, une note sur la vallée du Jourdain et la mer Morte où se trouvent quelques observations judicieuses (1).

En 1847, M. *Blanche* fit paraître dans le *Bulletin de la Société géologique* une coupe détaillée des terrains du Liban, relevée aux environs d'Abey, et dans laquelle se trouve reproduite la même succession de couches que celle observée par Botta, au Nahr el Kelb, dans la même contrée (2).

Pendant la guerre de l'Égypte avec la Porte, M. *Gaillardot*, médecin militaire, eut occasion de parcourir une grande partie de la Syrie. Il fit, en outre, l'étude détaillée de la montagne du Mokattam, près du Caire, et essaya de rapprocher les terrains qui la constituent de ceux qu'il avait observés en Syrie et en Palestine, en les groupant, les uns et les autres, sous le nom de *Système libanien*, mauvaise dénomination qui s'applique à des terrains d'âge fort différent. Les conditions défavorables pour l'observation dans lesquelles se trouvait cet auteur expliquent suffisamment les erreurs fort excusables que renferment ses travaux (3).

M. Gaillardot découvrit plusieurs gisements nummulitiques dans le nord de la Syrie, et plus tard il en fit connaître un autre aux environs de Saïda (Sidon), dans la Phénicie (4).

M. *Heckel* (1849) publiait pendant ce temps, à Stuttgart, les poissons rapportés du Liban par M. Kotschy.

(1) *American Journ. of sc. and arts*, t. XLVIII, 1845, p. 184.

(2) Coupe transversale de la vallée du Damour, dans le Liban. *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., t. V, p. 12, pl. 1, 1847.

(3) *Coup d'œil sur les calcaires crétacés des environs du Caire* (*Ann. de la Soc. d'émulation des Vosges*, t. V, p. 703, 1845). — *Études géologiques et topographiques sur la Syrie* (*Ann. de la Soc. d'émul. des Vosges*, t. VI, 1849). — *Description de la montagne appelée Djebel-Khaïsoun, au nord de Damas* (*Bull. de la Soc. géol. de France*, t. XII, p. 338).

(4) *Découverte d'un gisement de nummulites près de Saïda* (lettres à M. Gaudry, *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., t. XIII, p. 538.)

MM. *Thornton* et *Herapath* firent paraître également un intéressant article sur la mer Morte et la composition de ses eaux (1), et M. *Pictet*, le célèbre paléontologiste de Genève, décrivit les poissons fossiles du Liban (2). D'après les caractères de cette faune, il rapprocha de la craie les terrains qui la renfermaient, rapprochement qui est justifiable à d'autres égards, ainsi que nous le verrons dans la suite.

Bien que le voyage de l'expédition américaine, conduite en Palestine et à la mer Morte par le lieutenant *Lynch*, se fût effectué en 1848, ce n'est qu'en 1852 que parut, à Baltimore, le *rapport officiel* dans lequel furent consignés les résultats de cette exploration (3). La partie géologique, confiée au docteur *Anderson*, que Lynch avait rencontré dans le Liban et attaché à son expédition, y tient une grande place, et une nombreuse suite de planches de fossiles accompagne les descriptions paléontologiques de M. *Conrad*.

Le rapport du docteur Anderson (4) porte l'empreinte de l'esprit consciencieux et exact de son auteur en même temps que celle de son peu de connaissances spéciales en géologie. Aucune coupe, aucune carte géologique ne l'accompagnent ; en revanche, on y trouve de nombreuses analyses de roches et l'itinéraire est plein d'excellents renseignements géographiques et topographiques. Malgré les difficultés du voyage, le docteur Anderson n'a jamais négligé d'observer soigneusement les couches qui se présentaient à lui ; malheureusement, il s'est moins préoccupé des relations générales de ces strates que des caractères les plus minutieux des roches qui les composent. Quant aux fossiles, les descriptions et déterminations qu'en a données M. Conrad (5) étaient bien plutôt faites pour égarer Anderson que pour l'aider dans cette étude et lui servir de contrôle.

C'est à ces déterminations défectueuses qu'il faut notamment attribuer la part considérable qu'Anderson fait, dans la Palestine, au terrain jurassique et le mélange prétendu des fossiles de cette formation avec ceux du terrain crétacé.

Fort embarrassé au sujet de la formation du bassin de la mer Morte, Anderson a mis en avant, avec la plus grande réserve, deux hypothèses entre lesquelles il évite de se prononcer. La première, basée sur l'existence d'une fissure le long du Ghor, qui n'est autre que l'idée de Léopold de Buch et d'Hitchcock, ne l'arrête pas longtemps et il expose avec plus de complaisance la seconde, qui suppose l'existence primitive d'une vaste rainure servant de lit à un cours d'eau se déchargeant dans la mer Rouge et dont la pente

(1) *Edimb. new. philos. Journ.*, t. XLVIII, p. 313. 1850.
(2) *Mém. de la Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève*, t. XXII, 1850.
(3) *Official report of the U. S. expedition to explore the Dead Sea and the river Jordan.* Baltimore, 1852.
(4) *Geological reconnaissance of part of the holy Land*, *Off. Rep.*, p. 79.
(5) *Description of the fossils of Syria*, *Off. Rep.*, p. 211.

uniforme aurait été modifiée par des affaissements et des soulèvements auxquels seraient dus la formation des lacs et leur isolement plus ou moins complet. Alors serait arrivée la mer qui aurait nivelé les hauteurs, fait disparaître toute trace de cet ancien cours d'eau, et cette région, émergée de nouveau, aurait acquis depuis, sous l'influence des agents atmosphériques, les traits remarquables de son relief actuel (1).

MM. *Booth* et *Muckle* firent l'analyse chimique d'un grand nombre de roches recueillies par Anderson et aussi celle de l'eau de la mer Morte rapportée par Lynch (2).

Peu après, MM. *Boutron-Charland* et *Henry* donnaient celle de l'eau du Jourdain (3).

L'année suivante, M. *Gaudry* recueillait, dans le Liban et en Palestine, une collection de roches et de fossiles déposée par lui au Muséum d'histoire naturelle. On y remarque des poissons du Liban qui ont servi aux descriptions de M. Pictet et des fossiles néocomiens de la même chaîne.

En 1854, M. *Forbes* publia un article dans lequel il s'attacha à réfuter les preuves que l'on avait données d'un changement de climat, en Palestine, depuis les temps anciens (4), et, dans le même recueil, M. *Dobyell* donna l'analyse de quelques échantillons d'eau recueillis dans cette même contrée.

En 1855, M. le professeur *Costa*, de Naples, décrivit quelques nouvelles espèces de poissons fossiles du Liban (5).

Telle est l'indication sommaire des principales découvertes faites en Palestine avant notre voyage qui s'exécuta en 1864.

Au mois de mai de l'année suivante, nous présentions à la Société géologique notre premier travail *sur la formation du bassin de la mer Morte ou lac asphaltique et sur les changements survenus dans le niveau de ce lac* (6), dans lequel nous donnions un aperçu de nos vues sur la géologie de la Palestine et de l'Idumée, ainsi que quelques coupes et une petite carte géologique de ces contrées. Dans le courant de la même année, nous présentions une seconde note *sur la découverte de silex taillés en Syrie, accompagnée de quelques remarques sur l'âge des terrains qui constituent la chaîne du Liban* (7), avec une planche représentant ces silex et quelques-uns des ossements qui leur étaient associés.

(1) *On the Dead sea's basin, Off. Rep.*, p. 203.
(2) *Narrative of the U. S. exped.*, 1850, *by Lynch*, London, p. 509.
(3) *Journ. de pharmacie*, t. XXI, p. 165, 1852.
(4) *Edimb. R. Acad. proceed.*, 1854.
(5) *Mém. de l'Acad. roy. des sc. nat. de Naples*, t. II, p. 97.
(6) *Loc. cit.*
(7) *Loc- cit.*

L'année suivante, nous faisions paraître une étude *sur les variations de salure de l'eau de la mer Morte en divers points de sa surface et à différentes profondeurs, ainsi que sur l'origine probable des sels qui entrent dans sa composition* (1).

Cette note renferme des coupes géologiques, des tableaux d'analyses et des renseignements sur les gîtes salifères et les sources thermales et minérales du bassin de la mer Morte.

Bientôt après, nous présentions encore un autre travail *sur les gîtes bitumineux de la Judée et de la Cœlé-Syrie et sur le mode d'arrivée de l'asphalte au milieu des eaux de la mer Morte* (2).

En 1867, M. *Martin-Duncan* donna la description des échinodermes rapportés du Sinaï par le révérend Holland (3) et qu'il reconnut appartenir à la craie moyenne comme ceux de Bagh. C'est à cet horizon que nous avions déjà rapporté ceux de Syrie et d'Idumée en indiquant la prolongation des couches qui les renferment fort loin, vers l'Égypte et l'Arabie (4).

La même année, un pasteur américain, M. *Liman Coleman*, développa l'idée, déjà émise, que la mer Rouge, le golfe d'Akabah et la vallée du Jourdain faisaient partie d'une même fissure qui se prolongeait ainsi de Bab-el-Mandeb au Liban (5).

Il se fondait pendant ce temps en Angleterre, sous l'influence d'un homme d'initiative et de talent, M. *Georges Grove* (6), une *Société pour l'exploration de la Palestine*, société à laquelle la reine accordait son patronage.

Enfin, cette même année 1867 ne finit point sans voir paraître un travail important sur la géologie de l'Orient, celui dans lequel M. *Fraas*, professeur à Stuttgart, rend compte des observations géologiques intéressantes qu'il a eu occasion de faire en Égypte, dans le Sinaï et aux environs de Jérusalem (7). Ce mémoire est accompagné de trois petites planches de fossiles nouveaux que l'auteur décrit dans le cours de l'ouvrage, et renferme de plus quelques

(1) *Loc. cit.*, 1866.

(2) *Loc. cit.*, 1866.

(3) *Quart. Journ. of the geol. soc.*, t. XXIII, p. 38, 1867.

(4) Dans notre premier travail *sur la formation du bassin de la mer Morte* (mai 1865), nous avions très-nettement indiqué l'âge de ces couches crétacées à oursins, associées à des exogyres, et que Russegger avait considérées, à tort, comme jurassiques. Nous les avions rapportées au terrain crétacé moyen, caractérisées par l'*Heterodiadema libycum*, les *Holectypus* et *Hemiaster*, et nous avions indiqué leur prolongation en Égypte et en Algérie. (Voir *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XXII, p. 443 et 444.)

(5) *The great crevasse of the Jordan and of the Red sea*, 1867.

(6) M. Grove est l'auteur de l'excellent article sur la mer Morte, inséré dans le *Dictionnaire de la Bible*, du docteur Smith.

(7) *Aus dem Orient*, Stuttgard, 1867.

vues et coupes géologiques. L'auteur, qui avait reçu de nous nos premières notes sur la Palestine, nous a fait l'honneur de nous emprunter les principaux documents relatifs aux régions de difficile accès qu'il n'avait pu visiter, notamment à l'égard du bassin et des environs de la mer Morte. Il donne de nombreuses listes de fossiles recueillis soit par lui, soit par d'autres dans ces contrées, spécialement aux environs du Caire et de Jérusalem. On verra, par la suite, que si beaucoup de ces déterminations sont sujettes à révision et portent la trace de la hâte que l'auteur a cru devoir apporter à la publication de ce travail, elles n'en constituent pas moins dans leur ensemble un complément d'informations fort utile.

Dans son adresse annuelle comme président de la Société géologique de Londres, M. *Warrington Smyth* a rappelé, l'année suivante, les derniers travaux géologiques dont la Palestine avait été l'objet et a apporté à nos vues une confirmation bien précieuse (1).

Peu après nous avons fait paraître une note *sur une formation particulière de grès rouges, en Afrique et en Asie, à propos de la valeur du caractère lithologique en stratigraphie* (2).

Dans cette note, nous cherchions surtout à mettre en garde contre certaines assimilations qui ne nous paraissaient rien moins que démontrées et nous voulions, d'autre part, mettre en évidence la grande extension des marnes et des calcaires cénomaniens ainsi que celle des grès sur lesquels reposent également ces dernières couches, depuis le Liban jusqu'en Nubie, d'une part, et depuis la Libye jusqu'à l'Inde, de l'autre.

Cette question problématique de l'âge des grès de Nubie, que nous venions de mettre sur le tapis en insistant sur l'absence de fossiles authentiques provenant de cette formation, était bien faite pour éveiller l'intérêt des naturalistes qui nous ont succédé en Orient.

Une tentative, il est vrai peu concluante, se produisit presque aussitôt dans le *Bulletin de la Société géologique de Londres*, pour apporter à cette question les documents paléontologiques qui lui manquaient. M. Salter décrivit une empreinte de *Lepidodendron* (3) auquel il donna le nom de *L. Mosaicum* et qui aurait été rapporté du Sinaï par un officier anglais en même temps que quelques morceaux de grès. Le tout avait été donné à Roderick Murchison. De la localité, du nom de l'officier comme des autres circonstances sur lesquelles pouvait s'établir l'authenticité de cette pièce, il n'était point fait mention.

L'année suivante, la même publication enregistrait le résultat d'une reconnaissance

(1) *Quart. Journ.*, t. XXIV, 1868.
(2) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e sér., t. XXV, p. 490, 1868.
(3) *Quart. Journ. of geol. Soc.* 1868, p. 509.

géologique faite par M. Bauermann dans cette même presqu'île du Sinaï où sont si développés les grès de Nubie (1). Bien que certaines des assimilations de M. Bauermann soient fort contestables, ses observations portent le cachet d'une exactitude rigoureuse. L'intérêt de ses recherches se manifeste principalement dans la découverte d'une couche de calcaire fossilifère au milieu des grès de Nubie du Sinaï, calcaire déjà remarqué par de Rozières et Lefèvre, mais dont on ignorait l'âge et le gisement précis.

Bien que les vagues empreintes de fossiles rapportées par M. Bauermann du Waddy Naseb ne fussent pas de nature à comporter une détermination bien exacte et à trancher définitivement la question, on doit reconnaître qu'il lui a fait faire un grand pas en signalant aux observateurs futurs (qui n'ont pas manqué d'en tirer parti ainsi que nous allons le voir) le gisement d'une roche fossilifère renfermant dans son sein la solution de ce vieux problème tant de fois abordé en vain.

Pour respecter l'ordre chronologique que nous avons adopté dans cet exposé, nous rappelrons qu'en même temps que s'imprimait à Londres la note de M. Bauermann, se publiait à Paris dans les *Annales des sciences géologiques*, la première partie de notre étude générale sur la *Géologie de la Palestine et des contrées avoisinantes telles que l'Égypte et l'Arabie.*

La seconde partie, relative à la paléontologie des mêmes régions, ne put paraître qu'en 1872, pour les raisons que nous avons rappelées plus haut.

Revenons à la question de l'âge des grès de Nubie, que nous étudierons spécialement d'ailleurs dans l'un des chapitres suivants et que nous avons laissée en bonne voie de solution grâce à la découverte de M. Bauermann.

On avait, nous l'avons dit, fondé en Angleterre une société pour l'exploration de la Palestine, société patronnée par la reine.

Deux membres de l'expédition anglaise, le capitaine Willson et le révérend Holland, se rendirent dans le Sinaï, au Waddy Naseb, à l'endroit où M. Bauermann avait découvert son calcaire fossilifère, et les blocs qu'ils y recueillirent ont pu fournir cette fois des fossiles plus ou moins déterminables, que M. Ralph Tate a fait connaître (2) et sur lesquels nous reviendrons bientôt.

Ainsi se trouvait résolu, au moins en partie, un problème qui a jusqu'ici occupé tous ceux qui ont pris intérêt à la géologie de l'Orient et qui, faute d'éléments de classification, était resté jusqu'ici le champ de bataille des conjectures. Bien que la solution n'ait pas sur

(1) Note on a geological reconnaissance made in Arabia Petræa in the spring of 1868. *Quart. Journ. of geol. Soc.*, février 1869.
(2) *Quart. Journ. of the geol. Soc.*, t. XXVII, p. 404.

ce point confirmé nos prévisions, nous aurions mauvaise grâce à ne pas nous applaudir de voir enfin se produire à ce sujet des documents positifs.

Peut-être notre amour-propre froissé nous suggérera-t-il même cette idée consolante, qu'en discutant complétement la question et en montrant le peu de confiance que l'on devait attacher aux preuves alléguées jusqu'ici, nous aurons provoqué sur ce point des recherches nouvelles et plus sérieuses, et facilité ainsi une solution dont le principal mérite appartient sans contredit à M. Bauermann.

Depuis plusieurs années que nous sommes absents de Paris, loin des sources d'informations scientifiques, il a pu se produire sur la géologie de la Palestine quelque publication nouvelle dont nous n'ayons point eu connaissance.

La seule indication de ce genre qui nous soit parvenue est relative à une très-courte communication du révérend Tristram, un naturaliste intrépide que nous avons eu le plaisir de connaître en Palestine. Cette note, insérée dans le rapport de l'Association britannique (1), est relative à la géologie de la Moabitide.

D'après cette courte note, M. Tristram indiquerait sur la rive orientale de la mer Morte la superposition de calcaires tertiaires au grès de Nubie qu'il assimile, comme l'avait fait M. Bauermann au nouveau grès rouge, tandis que les fossiles du Waddy Naseb le feraient descendre dans le terrain carbonifère. Nous sommes peiné que notre travail ne soit point parvenu à M. Tristram auquel nous pensions l'avoir adressé ; il aurait vu par l'énumération des fossiles très-nombreux que nous avons recueillis dans ces calcaires immédiatement superposés au grès de Nubie, dans cette région, que le doute n'est point permis au sujet de leur âge et qu'ils rentrent dans l'étage crétacé et non dans les terrains tertiaires.

On poura s'en convaincre soit en consultant nos planches, soit en vérifiant nos déterminations sur les nombreux originaux que nous avons rapportés et qui ont été déposés, ainsi que toutes les collections rapportées par nous de Palestine et d'Idumée, au Muséum d'histoire naturelle, conformément à l'autorisation que nous avait donnée le duc de Luynes.

(1) On the geology of Moab, *British assoc. for advanc. of science report.* Brighton, 1872, p. 123.

# CHAPITRE III

## MASSIFS CRISTALLINS ET SCHISTEUX DE L'IDUMÉE ET ROCHES ÉRUPTIVES QUI LES ONT TRAVERSÉS

---

### Massifs cristallins et schisteux.

En traitant de l'orographie de la Palestine, nous avons déjà esquissé la constitution générale des reliefs principaux du sol de cette contrée. Ce sont ces reliefs dont nous allons faire maintenant l'anatomie, en étudiant les roches qui les constituent, leur disposition et leur âge. Pour la commodité de la description, nous les classerons comme faisait Pallas, en massifs primitifs et schisteux, secondaires et tertiaires, en tenant compte toutefois des perfectionnements que les études géognostiques ont apportés au système de l'auteur des *Observations sur la formation des montagnes.*

Ce classement, d'ailleurs, permet de respecter l'ordre chronologique de formation des masses minérales que nous allons passer en revue. Nous y intercalerons, lorsqu'il y aura lieu, la description des phénomènes physiques et biologiques dont ces roches auront pu conserver les traces.

Nous commencerons donc par décrire les *massifs cristallins*, en passant en revue les masses rocheuses qui les composent et forment, dans tous les pays, le *substratum* des terrains de sédiment.

C'est en Idumée que nous trouverons ces roches qui offrent de chaque côté de la mer Rouge, et dans la presqu'île du Sinaï, des traits nombreux de parenté et de ressemblance.

Dans toutes ces régions, la roche fondamentale des massifs cristallins est le granite. Sur lui, s'appuient les schistes cristallins, et le tout est traversé par des porphyres, des diorites et autres roches éruptives.

Le granite des montagnes de l'Idumée appartient généralement à cette variété, si commune en Égypte et en Orient, à laquelle on a donné le nom de *granite oriental* (1).

Cette roche d'une belle teinte rose chair de saumon, parfois rougeâtre, est essentiellement constituée par du quartz, du feldspath orthose (rose, rouge ou fauve), du feldspath oligoclase (blanc ou jaune) et du mica (noir, brun ou vert), qu'il est facile de confondre parfois avec l'amphibole altéré, lorsqu'il a subi lui-même un commencement de décomposition.

L'amphibole hornblende et même l'épidote s'y trouvent d'ailleurs assez souvent à titre d'élément accidentel, surtout dans le voisinage des filons de diorite.

C'est le granite de Syène d'où les Égyptiens tirèrent tant de monolithes gigantesques, et dont l'obélisque de Louqsor, transporté à la place de la Concorde à Paris, est un exemple facile à voir aussi bien que nombre de monuments lapidaires du musée égyptien, au Louvre.

Ce granite oriental a été le sujet d'une erreur qu'on a généralement respectée par égard pour la mémoire de Werner. Depuis plus de quarante ans, de Rozière a cependant montré clairement que le célèbre professeur de Freyberg avait confondu avec le *granite égyptien antique* des anciens monuments et des obélisques, une roche d'Allemagne d'aspect analogue mais de nature différente. Cette dernière roche, que les Romains ont exploitée, était également connue des antiquaires sous le nom de *granite antique*, mais composée essentiellement de feldspath et d'amphibole. Werner croyant décrire le granite de Syène, lui imposa le nom de syénite.

C'est en vain que, depuis lors, Faujas, Dolomieu, Cordier, Brochant de Villiers, de Humboldt, d'Aubuisson et Huot ont successivement reconnu et signalé cette méprise.

La variété de ce granite, la plus connue en Idumée, est le *granite rose à gros éléments* qui donne aux montagnes qu'il constitue une coloration rougeâtre, visible de très-loin. Cette roche fondamentale joue là le même rôle qu'en Nubie, en Égypte, dans le Sinaï et en Arabie.

Nous l'avons observée notamment près de l'extrémité du golfe d'Akabah où elle constitue les montagnes qui bordent la vallée du même nom. Elle y est sillonnée de nombreux filons de diorite épidotifère orientés du sud-ouest et du nord-ouest, lesquels par leur régularité lui donnent, de loin, l'apparence de masses stratifiées, et elle se débite en fragments parallé-

(1) Granite égyptien; *marmor syenites*, *syenites lapis* des anciens; pyropœcilon de Pline (πυρ, feu; ποιχιλος varié) — pierre variée, couleur de feu, à cause des taches roses de feldspath.

lipipédiques dont nous avons rapporté un magnifique exemplaire qui a presque la régularité d'un véritable rhomboèdre (1).

Nous avons eu occasion d'observer une autre variété de granite blanchâtre, composée de feldspath blanc, de quartz et de mica noir, au milieu des massifs porphyriques de l'Idumée, non loin de Petra et au pied du mont Hor. Ce granite paraît être d'un âge plus récent.

Le granite rouge oriental offre assez souvent, dans sa masse, un clivage en grand qui lui donne parfois l'aspect stratiforme. Il passe, d'ailleurs, par des transitions presque insensibles aux schistes cristallins qui le recouvrent.

Ces schistes débutent par le granite schisteux ou *gneiss* dont nous avons recueilli quelques échantillons dispersés dans la plaine, au nord et au sud du partage des eaux de l'Arabah et provenant sans doute du massif iduméen. Ce gneiss est à petits grains et composé de feldspath gris, de quartz, enfin de mica noir ou bronzé.

C'est dans la même région que nous avons trouvé un beau spécimen de micaschite noir qui, selon toute probabilité, venait du massif du mont Hor.

Tout semble donc indiquer que le massif cristallin de l'Idumée est constitué comme ceux du Sinaï, de l'Arabie et de l'Égypte.

On trouve généralement dans ces régions des schistes gneissiques, micacés, talqueux, amphiboliques, chloriteux, phylladiens, argileux, etc., formant une auréole autour des masses granitiques.

Toutes ces formations ont été traversées, depuis leur dépôt, par des roches éruptives telles que les granites pegmatites, porphyres quartzifères, diorites, porphyrites, et leurs fissures ont également livré passage à des émanations métallifères qui ont provoqué la formation des filons et des minéraux que l'on y trouve.

Les plus récents de ces schistes peuvent représenter, au moins en partie, les terrains primaires. Certaines découvertes faites dans la Nubie, dans des roches analogues, tendraient à confirmer cette prévision.

La série de ces schistes anciens se termine généralement par des couches de conglomérats polygéniques exploités anciennement dans les environs de Cosseir sous les Romains, et dont il fut fait à une certaine époque une grande exportation en Italie et ailleurs. Nous avons vu à Londres, au British Museum, un sarcophage capturé par les Anglais en 1801 et

(1) La Pl. IV, consacrée à la géologie de l'Arabah, contient une vue de ces masses de granite sillonnées de filons de diorite, prise au Wady Schellan, près d'Akabah, à l'extrémité du golfe de la mer Rouge. Le ganite y est teinté en rose, le diorite en vert. On pourra se rendre compte de l'étendue de cette roche en consultant les cartes géologiques où elle est indiquée par la teinte rose.

attribué à Nekhterebi (Noctambès, roi de la xxx[e] dynastie) fait de cette roche, qui est généralement connue sous les noms de *brèche verte*, *brèche universelle d'Égypte* et *brèche antique de Cosseir*.

Cette brèche, associée en Orient aux phyllades, euritines et schistes argileux, a participé commes les roches précédentes aux mouvements du sol qui les ont relevées le long des massifs granitiques. C'est l'une des plus belles roches que les anciens aient jamais utilisées.

Elle est constituée par un conglomérat de cailloux parfois anguleux, mais le plus souvent roulés, de granite, de porphyre, de diorite, de gneiss, de schistes cristallins, de pétro-silex, etc., et en général de toutes les roches constituant les massifs cristallins, voire même des roches éruptives telles que les porphyres et les diorites, justifiant ainsi son épithète de *brèche universelle*. Les nuances rougeâtres du porphyre et les teintes rosées des granites forment avec les couleurs vertes des diorites et de l'épidote des contrastes des plus agréables à l'œil.

Nous avons trouvé au Waddy Safieh, sur le bord méridional de la mer Morte, tout autour de dykes de porphyrite, une roche absolument analogue à cette brèche universelle.

C'est un conglomérat composé de granites à grains fins, de porphyre quartzifère rouge, de porphyre pétrosiliceux d'un brun rougeâtre avec cristaux blanchâtres de feldspath, de diorite et d'une roche épidotifère. (Voir la carte géologique des bords de la mer Morte, pl. II.)

Puisque cette roche renferme des fragments roulés de porphyres et de diorites, il s'ensuit évidemment que l'on doit placer avant l'époque de sa formation l'arrivée de ces roches éruptives qui ont traversé partout le granite et les plus anciens des schistes cristallins, et sur lesquelles nous allons donner maintenant quelques détails.

### Porphyres feldspathiques.

Les porphyres feldspathiques sont extrêmement répandus dans tout l'Orient et sillonnent partout les massifs granitiques sous la forme d'épais filons. Ces filons constituent souvent des séries de montagnes ou, en vertu de leur compacité plus grande et des résistances qu'offrent ces roches aux dégradations atmosphériques, se détachent du granite, sous forme de grands murs ou *dykes* que l'œil peut suivre sur des distances considérables.

On peut distinguer dans ces porphyres au moins deux classes principales qui correspondent à des âges distincts.

Les premiers et les plus anciens sont les porphyres *feldspathiques quartzifères* qui traversent les granites et la pegmatite et sont à leur tour recoupés par les diorites.

Les seconds, plus jeunes, sont les *porphyres feldspathiques non quartzifères* (porphyrites), plus foncés en couleur que les précédents et qui semblent se rattacher, par plus d'un lien, à une série de roches d'un vert foncé, jouant probablement, ici, un rôle analogue à celui que remplissent, dans d'autres régions, les mélaphyres et les ophites.

1. **Porphyres quartzifères.** — Les porphyres quartzifères et pétrosiliceux forment, en Idumée, des massifs importants; ils offrent les variétés lithologiques qu'ils nous présentent en Europe et, de plus, une richesse et une variété infinies de tons et de nuances qui les rendraient précieux pour l'ornementation architecturale. Les échantillons de ces porphyres que nous avons rapportés du massif du mont Hor, suffiraient à eux seuls à établir une gamme chromatique, depuis le vert franchement accusé jusqu'au rouge le plus intense.

De Rozière avait proposé une nomenclature de ces roches basée sur la diversité de leurs couleurs et il avait créé, dans ce but, les noms de *iophyres* pour les porphyres violets, *chlorophyres* pour ceux qui sont verdâtres, *tephrophyres* pour les variétés à couleur cendrée, etc., réservant le nom de *porphyres* pour ceux qui sont rouges et rendant ainsi à cette dernière dénomination sa signification première que les géologues semblent avoir depuis longtemps oubliée.

Mais, bien que ces rectifications s'appuient sur la logique et qu'il soit aussi singulier de voir le mot de *porphyre* caractériser une texture plutôt qu'une couleur que de trouver accolés dans les descriptions des mots tels que *porphyre vert* ou *porphyre gris*, il nous paraît aujourd'hui difficile de revenir sur cette erreur. D'ailleurs le système d'appellation proposé par de Rozière, tout en séparant les variétés de couleur d'une même espèce de roches en réunirait d'autres qui méritent d'être distinguées par des motifs plus importants et surchargerait la nomenclature lithologique, déjà si compliquée.

Sous le rapport de la texture, les porphyres de l'Orient offrent les principales variétés connues.

J'ai pu observer, en Idumée, un *porphyre argiloïde* qui renfermait des cristaux de quartz en assez grand nombre et, dans le même massif, des *porphyres pétrosiliceux globulifères* analogues à la *pyroméride* de l'Esterel, dans le Var, ainsi que des *porphyres bréchiformes*.

Entre Petra et la mer Rouge, et dans le massif du mont Hor, où nous les avons observés sur place, les porphyres quartzifères forment de petites montagnes alignées

sensiblement du sud-sud-ouest au nord-nord-est et englobant au milieu d'elles un lambeau de granite blanchâtre à grains fins dont nous avons déjà parlé.

Entre l'Arabah et Petra, les massifs gréseux, calcaires et porphyriques qui avoisinent le jebel Haroun (mont Hor) s'étagent, en formant un vaste amphithéâtre de chaque côté de cette montagne qui s'élève à 1000 mètres au-dessus de la plaine. (*Voir* la planche de coupes relative à l'Arabah, Pl. IV, et les cartes géologiques, Pl. I) (1).

Deux waddys principaux, le waddy Abu Khuseibeh et le waddy el Abyad se rendent du pied du mont Hor dans l'Arabah, emportant les débris des terrains qu'ils traversent vers le waddy el Jeib qu'ils atteignent, l'un en face du waddy Jeraf, l'autre près de la source sulfureuse d'Aïn Weibeh et des collines de Dobt el Bogla. Les porphyres feldspathiques qui entrent dans la composition de ce massif forment des collines alignées du sud-sud-ouest au nord-nord-est suivant deux séries principales dont l'une borde la vallée de l'Arabah, à l'est, tandis que l'autre passe à côté du mont Hor. Il y a une extrême variété dans la texture et la coloration de ces porphyres et il est rare de rencontrer, dans le lit des waddys, deux cailloux de cette nature qui se ressemblent exactement.

Quand on observe du sommet du mont Hor les massifs porphyriques les plus voisins, on se rend compte de cette diversité en remarquant les traces des nombreux filons qui sillonnent ces masses elles-mêmes, filons qui sont formés de porphyres de la même nature et de couleur ou de texture seulement un peu différentes. (*Voir* Pl. IV, la vue de l'Arabah prise du mont Hor. — Montagne C.)

Les porphyres quartzifères avec cristaux de quartz bien apparents sont assez répandus dans les alluvions du waddy Abu Khuseibeh où j'ai recueilli un porphyre quartzifère bréchoïde, rouge lie de vin, empâtant des fragments de porphyre gris ou verdâtre. On en trouve au sud et à l'ouest, au pied du mont Hor.

Ils sont très-abondants au commencement du waddy el Abyad où se trouvent des masses porphyriques très-variées (2). On recueille dans le lit de ce waddy des fragments roulés de porphyre rouge violacé et sombre avec cristaux de feldspath rose et de nombreux cristaux de quartz ; des débris de porphyre gris de fer avec cristaux de feldspath rouge-brique et des cristaux de quartz ; enfin des échantillons de porphyre argiloïde avec cristaux de quartz ; des porphyres lilas avec cristaux de feldspath d'un jaune chamois et de quartz pyramidé, etc.

On trouve aussi, avec ces roches où le quartz est apparent, des porphyres pétrosiliceux

(1) Le plan géologique du w. Arabah (pl. IV) et les vues de l'Arabah prises du sommet du mont Hor (Jebel Haroun) qui le complètent, montrent l'allure et la disposition générale de ces massifs de porphyre.

(2) Voir, pl. IV, la vue du massif du J. Haroun (mont Hor), prise du w. el Abyad.

dont la dureté vient seule révéler la richesse en silice. Des porphyres de cette nature se montrent au sud du mont Hor ayant une pâte rouge sombre et de rares cristaux de feldspath rouge brique. Ils passent accidentellement à la pyroméride en prenant une structure globulifère.

On en trouve également, au commencement du waddy el Abyad, dont la pâte est d'une belle couleur verte qui fait ressortir les cristaux jaune pâle d'orthose.

Au point où le waddy el Abyad rencontre le waddy el Jeib, le lit de ce dernier est couvert de cailloux de porphyres quartzifères, les uns globulifères, d'autres dont la pâte est grise et les cristaux blanchâtres; un grand nombre sont violets; enfin il en est aussi dont la pâte est d'un rouge vif avec des cristaux d'orthose de couleur rouge brique et des taches vertes qui paraissent formées par l'épidote.

Les porphyres pétrosiliceux dans lesquels le quartz n'est plus décelé par des cristaux, s'y trouvent également en grand nombre; on en remarque notamment une belle variété dont la pâte, d'un rouge brique assez clair, renferme des cristaux de feldspath plus foncés, d'un rouge de sang.

D'autres ont une pâte d'un violet sombre avec des cristaux d'un jaune pâle et rosé ou bien encore une pâte rouge lie de vin avec des cristaux verdâtres. En un mot, il est peu de combinaisons de couleurs qu'on ne puisse retrouver dans ces porphyres et les contrastes qu'elles offrent sont parfois des plus heureux.

Ces variétés de porphyres se retrouvent dans les alluvions anciennes de l'Arabah où ils constituent un poudingue.

Leur volume va en diminuant jusqu'aux environs de la mer Morte, et au débouché du waddy Jeib dans le Ghor, nous en avons encore trouvé quelques fragments dans les alluvions anciennes, mais d'un volume très-restreint.

Indépendamment du massif du mont Hor, les porphyres existent encore dans les chaînes granitiques qui bordent, à l'est, le waddy Akabah, dans le voisinage de la mer Rouge. Nous avons recueilli, au pied de ces massifs, des fragments de porphyre quartzifère dont la pâte, d'un rouge vineux, fait ressortir des cristaux de quartz peu nombreux et des cristaux de feldspath encore plus rares (1).

(1) Toutes les principales variétés de ces porphyres quartzifères étaient représentées avec assez de fidélité, ainsi que la plupart des roches remarquables de la Palestine, dans une planche gravée en couleur d'après un procédé spécial qui n'a pas encore été dépassé. Dans l'intervalle qui s'est écoulé entre la mort du duc de Luynes et la publication de son voyage, les planches d'acier se sont détériorées et il a été, paraît-il, impossible d'en faire de nouveaux tirages.

On connaît les belles planches de roches qui accompagnent le travail de de Rozière, dans les rapports de l'expédition d'Égypte. C'est la tentative la plus réussie, que nous connaissions, de représentation des roches. Notre

2. **Porphyres non quartzifères** (*Porphyrite*).—Le type le plus beau, mais aussi le plus rare de ces porphyres est la roche restée célèbre sous le nom de *porphyre rouge antique* à laquelle fut appliquée en premier lieu, par les anciens, la dénomination de *porphyre*, tirée de sa couleur (πορφυρα, pourpre). C'est cette roche qu'ils allaient chercher en Égypte et loin du Nil, dans la chaîne arabique au Jebel Doukhan. Pour en rendre l'exploitation plus aisée, ils établirent des routes dispendieuses protégées par des postes convenablement espacés. Les Romains ont fait particulièrement usage de ce porphyre dans leur architecture.

Nous avons recueilli, près du partage des eaux de l'Arabah, parmi les cailloux erratiques qui proviennent sans doute du massif du mont Hor, un porphyre tout semblable au porphyre rouge antique, à structure un peu bréchoïde, avec des cristaux blancs d'oligoklase noyés dans une pâte pourpre et paraissant aussi renfermer quelques grains de fer oxydulé.

Un autre aspect sous lequel la porphyrite se présente fréquemment en Orient, est celui d'une roche dont la pâte, d'un rouge sombre, est presque entièrement composée de très-petits cristaux allongés de feldspath, enchevêtrés et formant un tissu très-serré et compacte. On trouve encore, disséminés en petit nombre dans cette pâte, des cristaux de feldspath présentant les indices de gouttières caractéristiques des feldspaths mâclés du sixième système ; des cristaux d'amphibole hornblende et une substance d'un vert pâle, assez tendre et à éclat gras qu'on prendrait pour du talc. La couleur de la pâte est tantôt rouge sombre, tantôt brune, ailleurs, brun chocolat ou enfin verdâtre. Dans ce dernier cas, il est facile de confondre cette roche avec les diorites si répandus dans ces régions, et qui présentent eux-mêmes des variétés se rapprochant insensiblement de ces porphyrites à oligoklase et à amphibole.

Nous avons eu l'occasion d'observer, très-rapidement il est vrai, des gisements de cette variété de porphyre, au milieu des montagnes de l'Idumée et sur le littoral de la mer Morte.

Dans l'Arabah et non loin de la mer Rouge, entre le waddy Haïmeh et le marais salé du waddy Akabah, j'ai recueilli un galet de porphyre rougeâtre à cristaux aciculaires de feldspath qui rentre dans cette variété et devait provenir de quelques-uns des filons nombreux qu'encaisse le granite de cette région.

Au waddy Mafrah, à l'est du partage des eaux de l'Arabah et au sud de l'amphithéâtre

planche, sans avoir absolument atteint les résultats de cette belle publication, était un perfectionnement, parce qu'elle résultait directement du tirage, tandis que les planches de de Rozière étaient coloriées à la main. Nous avions voulu donner l'exemple d'un moyen pratique de représentation des roches, et permettre aux voyageurs d'en reconnaître, à simple vue, les principales espèces.

porphyrique et gréseux du mont Hor, on trouve un porphyre feldspathique d'un noir tirant tantôt sur le rouge et tantôt sur le vert, dont la cassure est cireuse et dont la pâte, facile à rayer, englobe des cristaux de feldspath de même couleur qu'elle.

Non loin de là est un porphyre feldspathique à moitié décomposé, dans lequel on reconnaît cependant, au milieu d'une pâte brune, des cristaux de feldspath rouge brique, et une substance d'un vert noirâtre qui pourrait être de l'amphibole altéré.

Le second gisement de porphyrite, que nous avons eu occasion d'observer, se trouve près du littoral méridional de la mer Morte, sur la rive droite du waddy Safieh. Au milieu des alluvions anciennes qui bordent, en ce point, cet petit cours d'eau, on voit poindre des roches brunes qui ne sont autre chose que des dykes de porphyre entourés de belles brèches polygéniques à éléments de granite, de porphyre et de diorite (1).

Ce porphyre, d'un rouge brun, n'est pas magnétique ; il offre trois variétés de texture. En certains points de la masse, c'est une pâte d'un rouge brunâtre avec des cristaux de feldspath blanchâtres qui renferment à leur centre une substance grise et des cristaux un peu moins nombreux que les précédents, gris violacés, à cassure fibro-lamellaire qui paraissent être, ainsi que la substance grise dont nous avons parlé, de l'amphibole altéré.

Sur d'autres points, la pâte semble être constituée entièrement par des cristaux aciculaires, extrêmement petits, de feldspath rouge, parmi lesquels se montrent quelques cristaux un peu plus gros qui paraissaient être de l'oligoklase. On n'aperçoit pas trace d'amphibole dans cette variété.

Enfin, ailleurs, la masse est plus compacte et plus foncée et on n'y distingue plus ni cristaux de feldspath ni cristaux d'amphibole.

Ces porphyres rouges du waddy Safieh et des environs de Petra que l'on retouve dans le massif du Sinaï ainsi qu'en Égypte (2), et ceux dont nous avons parlé plus haut, ne sont pas les seules variétés de cet intéressant groupe de roches, que l'on observe en Orient.

Nous avons ramassé, dans les alluvions du waddy Chellan, creusé au milieu des granites qui font face au village d'Akabah, à l'extrémité de la mer Rouge, un porphyre dont la pâte rouge brique entoure des cristaux de feldspath rouge et gris verdâtre, d'aspect cireux. On y

(1) C'est de ce gisement de porphyre dont parle sans doute M. Legh (*Account of Syria attached to mac Michael's Journey from Moscou to Constantinople*), lorsqu'il rapporte qu'on trouve à l'extrémité sud-est de la mer Morte, sur le bord de la route qui mène à Kerak, un porphyre rouge et brun au milieu de débris de syénites, de brèches et d'amygdaloïdes noires. (*Daubeny, Descr. of active and extinct volcanoes*, p. 282, 1826 )

(2) Burton et Lefèvre, l'ont rapporté d'Égypte. Le second de ces voyageurs a recueilli dans le Sinaï des roches identiques à celles du waddy Safieh.

observe aussi des cristaux vert noirâtres d'amphibole qui se trouvent souvent encadrés de feldspath.

3. **Diorites.** — Nous avons recueilli, dans le waddy Akabah, des échantillons de cette roche presque entièrement composés de cristaux d'amphibole hornblende dans les interstices desquels apparaissait seulement le feldspath.

Les diorites se présentent fréquemment en Orient sous la forme d'une roche composée de grains fins rouges et verts, les premiers, formés de feldspath, les seconds, d'amphibole. Nous avons observé au waddy Chellan, près d'Akabah, des filons appartenant à cette variété, qui coupent, en ce point, le granite en se dirigeant du sud-ouest au nord-est (1). Ils renferment dans leur masse de l'épidote qui forme, sur leurs parois, des salbandes que terminent, à leur contact avec le granite, des surfaces polies et onctueuses comme celles de la serpentine. Ces filons, bien qu'assez irréguliers comme épaisseur et souvent même ramifiés, sont sensiblement parallèles entre eux.

Les diorites constituent avec les porphyres feldspathiques la majeure partie des filons qui sillonnent les massifs cristallins de l'Orient. Tous les voyageurs ont été frappés du grand nombre de ces filons qui se dirigent plus ordinairement du nord au sud et divisent parfois les masses granitiques d'une façon si régulière qu'ils semblent en marquer la stratification générale.

La puissance de ces filons est faible relativement à celle des porphyres; cependant le dyke de diorite qui forme la cime du mont Serbal, dans le Sinaï, n'a pas moins de 10 mètres de puissance. En général, leur épaisseur est plus faible et ceux que nous avons vus à Akabah n'avaient guère que 2 ou 3 mètres.

(1) Voir, pl. IV.

---

# CHAPITRE IV.

## DES GRÈS DE NUBIE ET AUTRES TERRAINS STRATIFIÉS ANTÉRIEURS A LA CRAIE

Les terrains que nous venons de passer en revue ont subi, depuis le dépôt de la *brèche verte* ou, si l'on aime mieux, depuis la formation du conglomérat porphyrique et granitique que nous avons étudié dans le chapitre précédent, ces terrains ont subi, disons-nous, des déplacements qui les ont relevés, plissés et inclinés.

Ces mouvements ont fait de ces massifs les continents ou les îles des époques suivantes, tandis qu'au fond de la mer ou dans les estuaires, se déposaient les grès et les calcaires dont sont composés les plateaux qui environnent ces chaînes primitives (1).

On conçoit aisément que sur les bords d'un continent ou d'un archipel formé par des massifs de granite, gneiss, micaschistes, talcschistes, chloritoschistes, amphiboloschistes, phyllades, schistes argileux, grauwackes, quartzites et conglomérats polygéniques; terrains sillonnés de filons de granite, pegmatite, porphyres feldspathiques, diorites, mélaphyre ; on conçoit, disons-nous, que sur les bords de ces reliefs, dans la constitution desquels dominent les roches feldspathiques, les sédiments formés aux dépens des produits de leur dégradation, sans cesse charriés à la mer par les eaux courantes, devaient avoir pour principaux éléments, le quartz, le feldspath plus ou moins altéré, l'argile, le mica et quelques autres silicates alumineux. De là, la formation fatale (quelle que fût l'époque de l'émersion de ces continents) de grès plus ou moins argileux, micacés ferrugineux et d'argiles également micacées et plus ou moins colorées par les oxydes métalliques provenant de la décomposition des silicates basiques.

C'est ainsi qu'en Orient, comme dans les Vosges et dans beaucoup d'autres pays, les

(1) Voir l'*Esquisse géologique générale de la Syrie, de l'Arabie Pétrée et de l'Égypte*, jointe à la *Carte géologique du bassin de la mer Morte*, Pl. I.

roches arénacées s'étant déposées sous l'influence de massifs cristallins à peu près semblables, auxquels elles empruntaient leurs éléments, se trouvent constituées par des sédiments pareils mais non pas nécessairement synchroniques. Car il ne faut pas oublier que le caractère minéralogique des sédiments n'a qu'une importance régionale et qu'il est avant tout subordonné à la constitution des massifs plus anciens auxquels ils ont emprunté leurs éléments.

Il existe, en effet, en Orient, autour des massifs cristallins et schisteux dont nous venons de parler, des couches puissantes de roches détritiques arénacées que nous grouperons, jusqu'à plus ample information, dans un seul étage, bien qu'il ne soit pas impossible, ainsi qu'on le verra par la suite, qu'il y ait, à leur égard, à faire des distinctions que ne permettent pas encore nos connaissances insuffisantes sur ces terrains.

De Rozière, dans la *Description de l'Égypte*, désigne ces grès par l'épithète de *grès monumental*. Cette appellation n'est pas satisfaisante, car les Égyptiens ont employé pour leurs monuments des roches arénacées d'âge fort différent. Il nous semble préférable de conserver, pour désigner cette importante formation, le nom de *grès de Nubie* donné par Russegger qui l'avait suivie et étudiée, pas à pas, depuis le Sennaar jusqu'en Syrie, sur près de vingt degrés de distance (plus de quatre fois la longueur de la France !). Nous ne l'avons observée nous-même que sur une longueur à peu près égale à celle de notre pays ; mais nous avons si bien reconnu l'exactitude des descriptions de Russegger, à son égard, que nous n'avons pas hésité, dès nos premiers travaux, à adopter le nom qu'il lui avait imposé. Ce nom est d'ailleurs amplement justifié, tant par l'importance que cette formation joue dans la Nubie que par la célébrité des temples souterrains qu'y ont creusés, dans ce terrain, les anciens Égyptiens.

Ces grès sont micacés, plus ou moins argileux et rentrent pour la plupart dans la catégorie des psammites. D'une dureté très-variable, ils alternent avec de nombreux lits d'argile colorée diversement comme eux en jaune, rouge, vert et noir par des oxydes de fer, de manganèse et, parfois même, par du carbonate de cuivre. On y rencontre accidentellement des lits imprégnés de sel, des couches plus ou moins minces de lignite ainsi que quelques veines métallifères. Ils offrent fréquemment, vers leur base, des bancs de poudingue à ciment argileux (pséphites) où l'on a exploité, en Égypte, du kaolin et dont les éléments sont empruntés aux roches feldspathiques sous-jacentes. C'est ainsi qu'au mont Hor nous y avons constaté la présence de cailloux de porphyre décomposé (1).

(1) Lefèvre a constaté le même fait dans le Sinaï.

Ces grès sont surtout arénacés dans le haut, argileux vers la base où se développent des couches d'argile parfois lignitifères (1).

Nous avons donné ailleurs (2) les caractères particuliers qu'offre ce terrain en Nubie, en Égypte et en Arabie Pétrée. Nous n'insisterons, ici, que sur les représentants de cet étage en Palestine et en Idumée, où nous avons pu l'étudier avec quelque suite.

On peut suivre sur l'*Esquisse géologique générale de la Syrie, de l'Arabie Pétrée et de l'Égypte,* Pl. I, la distribution de cet étage de grès, dont une bande coupe en écharpe la presqu'île du Sinaï, séparant les calcaires crétacés des steppes du Tyh, du massif granitique et schisteux qui forme l'éperon montueux de cette région. Cette zone arquée de grès dont le peu de cohérence a donné lieu à la vaste plaine de sable de Debbet er Ramleh, renferme les gîtes cuprifères, manganésifères et ferrifères du waddy Naseb, ainsi que les gîtes de turquoise naguère encore exploitées par le major Mac Donald. Près de l'extrémité du golfe d'Akabah, cette bande de grès saute d'un bord à l'autre de l'Arabah et nous ne la retrouverons plus que du côté de la chaîne de l'Idumée. Elle prend près de Petra et du mont Hor (J. Haroun) un tel développement que si l'on abandonnait l'épithète de grès de Nubie pour désigner cet étage, c'est à l'un de ces deux points célèbres qu'il faudrait rattacher la nouvelle dénomination.

Enfin, d'une extrémité à l'autre de la mer Morte, les grès se montrent sur le prolongement direct de cette bande de l'Arabah. Ils forment la base des falaises orientales, supportant les calcaires crétacés, communs au Sinaï et en Égypte. On en retrouve encore des lambeaux à la base des montagnes qui limitent à l'est la vallée du Jourdain (3). Enfin, dans le Liban et l'Antiliban, se trouvent des grès rouges supportant les mêmes assises crétacées et que nos prédécesseurs rattachaient, comme nous-même l'avons fait à leur exemple, aux grès de Nubie, dont ils semblent être la continuation. Nous en reparlerons en traitant de l'âge de cette formation, et nous verrons comment certaines découvertes récentes tendraient à modifier nos idées à cet égard.

Attachons-nous pour le moment à décrire les affleurements de grès qui se montrent en ligne presque continue à l'est de la vallée du Jourdain, sur le rivage oriental de la mer Morte et au pied de la chaîne d'Idumée.

Il faut descendre la vallée du Jourdain jusqu'auprès de la mer Morte pour retrouver

(1) Ces lignites avaient éveillé l'attention des divers gouvernements de l'Égypte, toujours preoccupés de trouver de la houille dans ce pays dépourvu de combustible.

(2) *Essai sur la géologie de la Palestine, de l'Égypte et de l'Arabie.*

(3) Voir la *Carte et le profil du bassin de la mer Morte,* Pl. I.

le grès dont les affleurements visibles sont teintés en violet sur nos cartes géologiques (*Voir* Pl. I et Pl. III).

On commence à les rencontrer à l'entrée de la vallée du waddy Zerka, puis au waddy Nimrin, au waddy Sir (*voir*, Pl. III, la vue de la mer Morte et de la vallée du Jourdain, et Pl. VI, *fig.* 13) et au waddy Hesban, au pied des montagnes de l'Ammonitide. Dans ces derniers waddys, les grès supportent les calcaires cénomaniens fossilifères dont nous aurons l'occasion de parler dans le chapitre suivant, et sont tantôt blancs, parsemés de taches brunes, tantôt roses et rougeâtres.

C'est cette formation arénacée qui constitue en grande partie la base des falaises orientales de la mer Morte; et elle se présente en couches presque horizontales ou faiblement ondulées, comme le montre la vue des falaises jointe à la carte géologique du bassin de la mer Morte qui accompagne ce travail (Pl. I).

Les grès apparaissent d'abord près du waddy Ghuweir où ils ont une couleur rouge, et ils inclinent faiblement vers le sud. Entre le waddy Ghuweir et le waddy Minschallah, on aperçoit des grès blanchâtres superposés aux psammites rougeâtres dont nous venons de parler. Les grès se suivent sans interruption, à partir de là jusqu'au waddy Zerka-Maïn avec une épaisseur qui va sans cesse en augmentant et qui doit atteindre plus de 100 mètres. Les waddys Hamara, Mredjeb, Hanz, el Hamma ont tous leurs entrées taillées dans ces rochers qui, au waddy el Hamma, présentent la succession suivante, en allant de bas en haut : 1° grès rouge, 2° grès verdâtre, 3° grès rouge et psammites verdâtres.

Le Zerka-Maïn paraît couler dans une petite faille au milieu de ces grès. Depuis ce waddy jusqu'à la plaine de Zara, ceux-ci perdent leur horizontalité et plongent vers le sud. La falaise présente en ce point la succession suivante de dépôts arénacés : A la base, des grès blancs auxquels succèdent des alternances de grès et de psammites bigarrés de rouge et de vert et séparés en petites couches par des lits très-minces d'argile. Ensuite viennent des grès rouges, puis des grès blancs couverts par des éboulis de basalte qui descendent de la coulée dont la falaise est coiffée (*Voir* la Vue des falaises entre le Zerka-Maïn et la plaine de Zara, Pl. III.).

Les grès sont ensuite recouverts par les dépôts d'incrustation qui forment la plaine de Zara où jaillissent encore des sources chaudes incrustantes. Ils reparaissent au sud de cette plaine et constituent les falaises, à partir de ce point jusqu'au waddy Mojib, en reprenant leur horizontalité première. Ils paraissent couverts, en beaucoup de points, d'incrustations salines et les palmiers sont fréquents partout où ces grès affleurent.

Le waddy Mojib coule dans une entaille étroite, profonde et tortueuse, au milieu de ces

roches auxquelles la dégradation atmosphérique a donné des formes bizarres et pittoresques (*Voir* la Vue de l'embouchure du waddy Mojib, Pl. III).

Les grès offrent, en ce point, les teintes les plus variées jaunes, rouges et noires.

Le waddy Mojib est une des vallées les plus basses du pays et la rivière coule au milieu des grès depuis la hauteur de Schihan (*Voir* Pl. V, *fig.* 6).

Du waddy Mojib à la Liçan, les grès inclinent légèrement vers le sud et disparaissent même aux approches de cette presqu'île. Au sud de cette langue de terre, au contraire, ils se relèvent insensiblement et constituent le pied des escarpements qui bordent le ghôr méridional.

On y trouve des couches presque entièrement noires ; elles doivent leur couleur à une très-forte proportion de manganèse qui est répandu dans leur masse.

Du ghôr méridional, les grès se continuent en droite ligne, vers le sud, affleurant dans tous les waddys secondaires qui les ont entaillés.

C'est surtout aux environs de Pétra que les grès se présentent avec leur plus beau développement (1). Ils occupent le sommet du jebel Haroun (mont Hor, à 1,328 mètres) et l'on ne peut nier qu'ils n'aient subi un relèvement notable (1,720 mètres) depuis la mer Morte jusqu'à ce point (*Voir* le profil du bassin de la mer Morte, Pl. I).

La présence des porphyres que nous avons signalés déjà dans cette région, et qui avaient été confondus avec des roches volcaniques, a fait penser à un soulèvement auquel serait due la séparation actuelle des deux bassins de la mer Morte et de la mer Rouge. Or, des observations que nous avons rapportées plus haut il paraît résulter que les porphyres seraient venus au jour avant le dépôt des grès (2), ce qui détruit cette supposition.

En effet, il y a une certaine relation entre la couleur des grès et celle des porphyres dans le voisinage et aux dépens desquels ils se sont formés, et, de plus, sur les contre-forts du mont Hor, en un point où les grès reposent sur le porphyre, on observe à leur base un conglomérat lâche et peu cohérent, formé de fragments anguleux ou à peine roulés d'une roche feldspathique, en partie décomposée, dans laquelle on reconnaît la structure porphyrique des roches sous-jacentes. La pâte en est rouge ou jaunâtre, elle englobe des cristaux bien nets de feldspath ; enfin, certains échantillons présentent, en outre, des cristaux noirs d'amphibole.

Les grès sont, en ce point, d'une couleur rouge sombre si rapprochée de celle des

(1) Voyez le *Plan géologique du w. Arabah et les vues prises du mont Hor*, Pl. IV.

(2) Au Sinaï, les filons de porphyres qui traversent le granite et les schistes cristallins, ne pénètrent point dans le grès superposé.

porphyres qu'il est souvent très-difficile de distinguer de loin ces deux roches. Au sommet du mont Hor (1) il sont plus clairs et rubanés de veines lie de vin alternant avec des zones très-minces et plus claires ; il en est de même au waddy Musa, à Pétra, dont les monuments si curieux sont taillés dans ce grès rubané qui, de loin, ressemble à certains de nos marbres veinés et contribue puissamment à la beauté architecturale de quelques-unes des façades sculptées de ces demeures souterraines (2).

On trouve encore dans ces environs des cailloux roulés de grès fortement imprégné de cuivre rouge et de malachite, ce qui semble révéler l'existence d'un gisement de grès cuprifère dans le voisinage ; et, en effet, les anciennes mines de Phunon n'étaient pas loin de Pétra et le voyageur Legh a constaté, près de Schaubac (Schobek ou mont Royal), l'existence d'une mine de cuivre.

C'est encore un caractère qui rattache ces grès à ceux du Sinaï.

Dans les environs de Pétra, les grès ne conservent pas l'horizontalité générale qu'ils offrent sur les bords de la mer Morte et sont, ainsi que les couches crétacées qu'ils supportent, relevés sensiblement au voisinage des porphyres.

Il est probable que dans le soulèvement en masse qui a déterminé l'émersion de ces contrées, soulèvement dont les masses porphyriques ont dû être elles-mêmes affectées, ces dernières roches, en raison de leur cohérence et de leur compacité plus grandes, ont joué le rôle de coins gigantesques ou de leviers puissants et occasionné de faibles déplacements au milieu des grès et des calcaires crétacés d'une nature moins rigide.

En continuant notre marche vers le sud, nous retrouvons les grès le long du waddy Akabah, à mi-chemin de la mer Rouge, où ils forment encore la base des escarpements orientaux du Ghôr.

Au waddy Haïmeh, ces roches sont d'un blanc éclatant et très-peu cohérentes. Ce sont de véritables *métaxites,* leurs grains de quartz n'étant cimentés que par du kaolin. Comme toujours, ces grès blancs constituent la partie supérieure du terrain arénacé, et sont immédiatement recouverts par des argiles à *Ostrea flabellata* (*Voir*, Pl. IV, la Vue du waddy Haïmeh).

C'est entre le waddy Haïmeh et le waddy Darbah que nous avons trouvé les seules traces de débris organisés que nous ayons jamais rencontrées dans ces grès. Ce sont des masses composées de petits tubes serrés les uns contre les autres et ressemblant à certains polypiers jurassiques. Encore étaient-elles si vagues qu'il est impossible d'en tirer une indication quelconque.

(1) Voyez Pl. IV *la vue de l'Arabah* et la première des coupes de droite. *V.* les Planches 44, 45, 46, 47, 48, 49 de l'atlas de photographies qui accompagne la relation de voyage du duc de Luynes.

(2) Il y a aussi parmi ces pierres sculptées des dolomies grises grenues qu'on prendrait pour des grès.

Les grès cessent de se montrer après le waddy Tourban et font place aux granites; mais on les voit de loin sur le côté occidental du waddy Akabah qu'il traversent ainsi obliquement pour se continuer, comme nous l'avons dit en commençant, dans la presqu'île du Sinaï.

Lorsque les grès sont tendres ils s'égrènent très-facilement, et il n'est pas un voyageur qui n'ait compris le rôle de cette désagrégation en parcourant, par exemple, la plaine de sable de Debbet er Ramleh, dans le Sinaï.

Nous avons vu dans l'Idumée les grès donner lieu à des arènes que le moindre vent pouvait soulever, et il n'est pas impossible que le voisinage des grès de Nubie n'ait été pour quelque chose dans la formation de ces déserts sablonneux qui s'avancent sans cesse, poussés par les courants atmosphériques, et envahissent des contrées fertiles, qu'ils couvrent d'un manteau uniforme de sables stériles.

Tels sont les principaux caractères de ces grès, et l'on voit que si, d'une part, leur nature minéralogique les fait tout d'abord rapprocher des étages de grès par lesquels débute la série des terrains secondaires (particulièrement le trias), de l'autre, leur distribution, leur allure stratigraphique et leur position constante au-dessous de couches incontestablement crétacées, avec lesquelles ils n'offrent point de discordance sensible, tous ces caractères stratigraphiques, disons-nous, étaient bien faits pour engager ceux qui les ont le plus complétement étudiés à les placer plus haut dans cette même série des terrains secondaires.

Aussi comprendra-t-on que malgré les affinités lithologiques manifestes qu'il y a entre ce grès et ceux du trias des Vosges et en l'absence de fossiles qui seuls pouvaient trancher la question, nous ayons, dans un premier travail, attribué plus de probabilité à l'opinon de Russegger et de Lefèvre, auxquels on doit les observations les plus importantes sur cette formation. Ce qui nous a d'ailleurs influencé, il faut bien l'avouer, ce sont les observations de Botta dans le Liban, observations d'après lesquelles les grès rouges du Liban (que, jusqu'ici on n'a pas séparés du grès de Nubie) faisaient partie de la série des terrains crétacés.

L'argument lithologique devait tomber devant un tel fait stratigraphique. On sait en effet, aujourd'hui, que des roches de composition identique se sont déposées à des époques successives et très-distinctes sous l'influence de conditions semblables et du voisinage de massifs cristallins de même nature. Les arkoses tertiaires de l'Auvergne, par exemple, se distingueraient difficilement, par leurs caractères lithologiques, des roches bien plus anciennes de la même région, n'était les différences que présentent les restes de végétaux que l'on y trouve. Il ne faut donc, pour qu'une roche semblable au grès bigarré soit

reproduite, que le voisinage d'une chaîne composée de granite, de porphyre et de roches basiques. Nous avons vu que telles devaient être justement les conditions qui présidaient après l'émersion des massifs cristallins de l'Égypte, du Sinaï et de l'Idumée, au dépôt des terrains secondaires. Il n'est donc pas surprenant que les grès de Nubie présentent de grandes analogies avec les grès des Vosges, quel que soit d'ailleurs leur âge, et l'on ne serait pas en droit d'arguer de cette ressemblance seule pour identifier ces deux terrains.

D'autre part, les observations de Botta sur les grès du Liban si analogues et si voisins des grès de Nubie de la vallée du Jourdain et que Russegger n'hésitait point à leur rattacher, ces observations, disons-nous, étaient fort concluantes et elles avaient l'appui des confirmations de M. Blanche.

Botta avait observé dans le Liban la succession suivante de terrains, de haut en bas (1) :

*Groupe supérieur.* — Marnes calcaires (craie inférieure).
*Groupe moyen.* — Terrain sablonneux avec gîtes de fer et de lignites (grès vert).
*Groupe inférieur.* — Calcaire caverneux (terrain jurassique) (2).

Ces groupes furent adoptés par Russegger, qui reproduisit en son entier la coupe de Botta, et reconnaissant dans les grès du groupe moyen son *grès de Nubie*, n'hésita pas, dès lors, à placer ce dernier à la base de l'étage crétacé.

M. Blanche, dans sa belle coupe de la vallée du Damour (3), a classé d'une manière semblable les terrains des environs d'Abey. Il est en effet difficile de concevoir des divisions plus naturelles que celles qui isolent ainsi ces formations calcaires des assises puissantes de grès qui les séparent.

Quant au parallélisme indiqué dans la coupe de Botta, entre ces trois groupes et les trois divisions systématiques énumérées plus haut, il serait permis d'en contester la rigueur. Nous avons, en effet, quelques raisons de croire que Botta, en établissant ces groupes, s'était peu préoccupé de les raccorder avec nos systèmes de classification, laissant ce soin au savant géologue qui remplissait alors les fonctions de secrétaire de la Société géologique de France, à M. Ami Boué. C'est ainsi que d'après le *facies* des quelques fossiles que Botta avait envoyés à l'appui de son mémoire (et qu'il nous a été impossible de retrouver au siége de la Société), on a été conduit à vieillir peut-être un peu les horizons auxquels ils se rapportaient. Mais le fait de la superposition immédiate des calcaires crétacés aux grès, fait dont nous avons reconnu la généralité sur des étendues si

(1) *Loc. cit.*, p. 135.
(2) Ces assimilations sont celles de Botta, aidé en cela par M. Ami Boué.
(3) *Loc. cit.*, p. 12.

vastes en Afrique en en Arabie, ce fait était déjà parfaitement indiqué par cette coupe. Quant à la superposition du grès aux calcaires caverneux que Botta rapporte au terrain jurassique, quel que soit l'âge précis qu'il convienne d'attribuer à ces calcaires (jurassique supérieur ou néocomien), il n'en ressort pas moins de sa coupe, confirmée par M. Blanche et par Russegger, que les grès du Liban se trouveraient placés à la partie inférieure des terrains crétacés.

Si l'on ajoute à cela que les grès semblables qui, en Palestine, sont, de même, constamment recouverts par des calcaires crétacées à fossiles cénomaniens (*Ostrea africana*, *flabellata*, *Overwegi; Heterodiadema libycum*, *Janira tricostata*, *Hemiaster*, etc.), se retrouvent, comme nous l'avons montré, dans les mêmes conditions dans le Sinaï et en Égypte; que dans le sud-est de l'Arabie on retrouve à Marbat des grès micacés qui supportent encore des calcaires à fossiles cénomaniens (*Janira quadricostata*, *Ostrea matheroniana* (*flabellata?*), *Hemiaster cenomanensis*, etc.); que ces grès se poursuivent jusque dans l'Inde, où on les voit encore recouverts par des calcaires et argiles à fossiles cénomaniens dont plusieurs sont communs à ceux de la Palestine; si l'on groupe, disons-nous, tous ces rapprochements que nous pourrions encore étendre soit du côté de la Perse, soit du côté du Fezzan et de l'Algérie, jusqu'au Maroc, n'y a-t-il pas lieu d'être frappé de cette liaison constante et fidèle de ces deux étages arénacés et calcaires sur plus de quarante degrés de distance, c'est-à-dire sur une étendue huit fois plus grande que la longueur de la France? Ne se trouvait-on pas autorisé à voir là autre chose qu'une association accidentelle? Et si l'on ajoute à cela qu'aucun observateur n'a jamais signalé de discordance de stratification bien accusée entre ces deux terrains, n'était-il pas naturel, en l'absence de preuves directes, de se ranger à l'avis d'Ehrenberg, de Lefèvre, et de Russegger, tous géologues qui, ayant observé sur place ce terrain, l'avaient placé à la base du terrain crétacé?

C'était de plus à cet avis que s'était rallié, dans son *Histoire des progrès de la géologie*, d'Archiac dont on connaît le tact critique. C'est aussi cette opinion que nous avions cru devoir préférer dans nos précédents travaux, en faisant toutefois les réserves commandées par l'absence de fossiles authentiques au milieu de ces couches.

A l'encontre de ce classement provisoire, on ne donnait d'autre preuve sérieuse que l'analogie lithologique des grès de Nubie avec les grès triasiques, analogie que nous avons toujours reconnue pour notre part, mais dont nous avons établi plus haut la vraie signification.

Newboldt, tout en constatant ces analogies lithologiques, avait évité de se prononcer sur l'âge de ces grès. Il les avait d'ailleurs peu étudiés.

Hogg, qui ne les avait point vus en place, les rapprochait du *vieux grès rouge* (dévonien).

Enfin M. Figari-Bey, le seul peut-être de ces géologuee opposants qui eût observé ces roches avec quelque suite, soutenait leur âge triasique. Mais comment accorder quelque crédit aux observations d'un auteur qui invoque à l'appui de sa thèse la présence, dans les mêmes couches, des mosasaures, des baculites et de la gryphée arquée? Que dire aussi des plantes lacustres et des troncs bitumineux de palmiers que ce botaniste mentionne dans son trias? Ce ne pouvait être avec des fossiles d'une origine aussi douteuse et d'une détermination aussi suspecte qu'on pouvait établir l'âge du grès de Nubie. On ne sera donc point surpris que nous ayons résisté à des preuves de cet ordre, préférant nous ranger *provisoirement* à l'avis d'Ehrenberg, Lefèvre, Russegger et d'Archiac. En montrant le peu de valeur de tels arguments, nous posions la question sur son véritable terrain et voulions provoquer des recherches nouvelles propres à amener sa solution, dût celle-ci être contraire à notre sentiment.

Voici en effet ce que nous disions après avoir parlé des observations de Botta et de Blanche, dans le Liban, observations qui tendaient, ainsi qu'on l'a vu, à faire classer dans le terrain crétacé inférieur les grès dont Russegger avait reconnu l'analogie avec les grès de Nubie :

« Mais on pourrait faire valoir encore à cet égard, disions-nous, les arguments que nous venons de présenter au sujet du peu d'importance qu'il convient d'attribuer à des ressemblances lithologiques et prétendre qu'il y a, dans ces contrées, deux étages de grès fort semblables, mais d'âge différent : l'un appartenant au trias, l'autre à la série inférieure des terrains crétacés. Et, si l'on objectait que, jusqu'à présent, on n'a pas observé de discordance de stratification entre ces grès et les calcaires crétacés qu'ils supportent et auxquels même ils passent d'une façon insensible sur divers points de la Syrie, du Sinaï et de l'Égypte, on pourrait également se prévaloir des faibles déplacements qu'ont subis, en Orient, les couches secondaires relativement à ceux qui les ont si fortement redressées en Europe. Nous sommes loin de nier la force qu'auraient de pareilles objections; mais, s'il est à la rigueur possible que des grès de même nature et constamment inférieurs aux mêmes couches cénomaniennes, qu'ils suivent fidèlement dans tous les accidents de stratification, correspondent à deux époques aussi éloignées l'une de l'autre que le trias et la craie, il est, à notre avis, plus naturel d'admettre, *dans l'état actuel de nos informations*, que ces grès font partie d'un même ensemble se rattachant intimement aux terrains crétacés dont ils constitueraient les assises inférieures.

Ce n'est, bien entendu, qu'une probabilité, et si l'on découvre un jour dans ces grès des fossiles, triasiques ou pénéens, dont le caractère soit bien accusé, le gisement authentique et bien précisé, et l'étude soigneusement faite, nous accueillerons avec joie cette solution d'une question fort embarrassante et qu'aucun géologue n'a pu jusqu'ici résoudre d'une façon satisfaisante. »

Des découvertes récentes que nous allons maintenant énumérer sont de nature, bien qu'elles ne concordent point parfaitement entre elles, à modifier le sentiment que nous avions adopté au sujet de l'âge des grès de Nubie ou tout au moins de l'âge d'une partie des grès que nous groupions dans cet étage et à vieillir considérablement l'époque de la formation de ces derniers. Mais alors, dira-t-on, que deviennent les observations si précises de Botta et les analogies constatées par Russegger entre les grès de Nubie et ceux du Liban? Si l'on admet comme sérieuses les preuves nouvellement découvertes, il faudra bien poser ce dilemme : ou les observations de Botta ainsi que celles de Blanche et des autres voyageurs qui ont jusqu'ici visité le Liban sont inexactes, ou bien il existe deux sortes de grès d'aspect semblable, mais d'âge fort différent, tous deux supportant accidentellement les mêmes assises crétacées. Cette dernière hypothèse paraît la plus probable.

Quoi qu'il en soit, voici les découvertes qui tendent à fixer définitivement l'âge des grès de Nubie. Comme elles confirment certaines observations anciennes qui n'avaient trouvé que peu de crédit à l'époque où elles furent produites, nous croyons devoir rappeler tout d'abord ces dernières.

Dès 1858, M. Boué, dans une lettre adressée à M. Viquesnel et reproduite dans le *Bulletin de la Société géologique de France* (1), annonça que M. Unger avait déterminé, comme se rapportant au terrain permien, une empreinte végétale qui aurait été recueillie au milieu des grès de Nubie.

D'Archiac demanda en vain des éclaircissements sur cette découverte importante. Le *Bulletin* resta muet sur cette trouvaille, et d'Archiac passa outre dans son *Histoire des progrès de la géologie*, classant, comme Russegger, les grès de Nubie dans le terrain crétacé (2).

Ce n'est que récemment que nous avons appris que cette empreinte de conifère décrite

(1) 2e série, t. XVI, p. 133.

(2) Il y a lieu, en effet, d'être très-circonspect à l'égard de ces trouvailles quand elles n'ont pas été faites sur place par de véritables géologues. L'habileté que déploient les Arabes et les drogmans eux-mêmes, dans une foule de supercheries qui n'ont d'autre mobile que le *bachich* obligé, est bien connue de ceux qui ont visité ces contrées. Nous avons vu dans les collections de minéraux rapportés des bords du Nil, des objets qui venaient assurément d'Europe, et l'on se rappelle les théories basées sur la présence, près des bords de la mer Morte,

par M. Unger, en 1858, dans les *Actes de l'Académie de Vienne,* sous le nom de *Dadoxylon ægyptiacum,* aurait ses analogues dans le terrain dévonien et, détail piquant, qu'elle aurait été rapportée des environs de Syène par Russegger lui-même ! Nous ignorions, comme d'Archiac, cette origine.

En 1866, M. Salter décrivit bien encore dans une note intitulée : *On a true coal plant from Sinaï* (1), et sous le nom de *Lepidodendron mosaicum,* une empreinte végétale rapportée, dit-il, du désert du Sinaï et qui aurait été donnée, en même temps que quelques fragments de grès, à sir Roderick Murchison par un officier qui venait de voyager en Arabie. C'était tout ce que l'on savait de l'origine de ce fossile et le nom de l'officier n'était même point cité. Son authenticité n'était donc point clairement établie.

Au mois de février 1869, M. Bauermann, attaché à l'École des mines de Londres, de retour d'un voyage d'exploration dans le Sinaï, donna quelques coupes intéressantes de certaines portions de cette presqu'île déjà explorées par plusieurs voyageurs, Lefèvre, Russegger, etc... Mais une des nouveautés du travail de M. Bauermann, ce fut l'annonce de la découverte par lui faite, au waddy Naseb, d'une couche mince de calcaire au milieu des grès de Nubie. Dans ce calcaire cristallin, gris ou légèrement brunâtre, qui ressemblait parfois à du fer spathique, il recueillit quelques traces de fossiles « *obscure fossils* », principalement des tiges et articles d'encrines avec des coupes très-imparfaites du calice (2).

M. Etheridge avait cru pouvoir rapporter ces débris à des formes triasiques, tandis que M. Salter prétendait qu'ils appartenaient aux genres carbonifères *Rhodocrinus* et *Poterio-*

du *Porites elongata,* du golfe d'Akabah, qu'on fit trouver par un de nos compatriotes et qui est resté célèbre grâce au crédit que Humboldt accorda imprudemment à cette mystification.

D'ailleurs, si la paléophytologie est aujourd'hui assez avancée pour permettre de classer un terrain d'après une empreinte végétale, ce n'est que dans un petit nombre de cas et à la condition que la plante appartient à un genre ou à une espèce caractéristiques, que son gisement est bien authentique et que son état de conservation en permet la détermination exacte et rigoureuse; car il ne faut pas se contenter d'appréciations vagues et les paléophytologistes ne sont pas toujours assez sévères à cet égard.

(1) *Quarterly, journ. of the geol. Soc.,* p. 509, 1868.

(2) Depuis cette découverte, nous avons recherché si cette couche calcaire du Sinaï n'aurait point été mentionnée déjà.

Nos deux infatigables compatriotes, de Rozière et Lefèvre, l'avaient en effet observée, quoique d'une façon très-vague et sans en comprendre tout l'intérêt.

Dans l'admirable atlas de l'*Expédition d'Égypte,* parmi les roches que de Rozière a fait représenter avec une exactitude et une vérité qui n'ont point encore été atteintes dans ce genre de reproductions, on trouve, dans la planche consacrée aux porphyres, grès, etc., de la vallée de Nasp (Nasb dans le texte, évidemment Naseb), un *calcaire cristallin de transition* reposant sur les porphyres et les syénites du désert de Nasb (Pl. 13, *fig.* 4).

En considérant cette figure, dans laquelle les caractères de la roche paraissent être bien rendus et s'accorder assez bien avec la description de M. Bauermann, on y remarque des empreintes annulaires qui ressemblent aux impressions laissées par des articles d'encrines.

De Rozière se trouverait donc être en réalité le premier auteur de cette découverte, mais il n'a pas su ou plutôt ne pouvait, à son époque, en tirer le parti convenable. Lui qui attribuait au Nil le dépôt des grès de Nubie et de

*crinus*, et qu'ils étaient associés à des débris de gastéropodes rapportables à des *Eulima* ou à des *Murchisonia*.

Les incertitudes et les contradictions de ces déterminations, aussi bien que les sages réserves de M. Bauermann, prouvaient que ces débris fossiles étaient trop mal conservés pour comporter des désignations spécifiques ou même génériques bien précises. Dès lors les affirmations contradictoires de MM. Etheridge et Salter étaient peu faites pour lever les doutes et trancher la question de l'âge de cette formation.

L'important était d'avoir découvert, au milieu des grès de Nubie, une couche fossilifère, et l'on pouvait espérer de voir bientôt résoudre le problème de leur âge, grâce aux recherches des membres de l'expédition anglaise du Sinaï.

Cet espoir que nous formulions à cette époque n'a pas tardé à se réaliser. Le capitaine Wilson et le révérend Holland, membres du *Sinaï Ordnance Survey*, ont rapporté du waddy Naseb un bloc de calcaire dont M. Ralph Tate a fait un examen consciencieux.

Dans la note qu'il consacre à cette étude ainsi qu'à la question de l'âge des grès de Nubie (1), M. Ralph Tate commence par convenir que les fossiles produits jusqu'à ce jour n'étaient point de nature à fixer cet âge problématique. Ces fossiles étaient, dit-il, indéterminables, et leur détermination plutôt influencée par l'aspect de la roche et par des idées préconçues que par de véritables affinités zoologiques.

Les encrines du waddy Naseb (comme nous l'avions prévu) n'étaient représentés que par des fragments d'articles qui ne comportaient pas de détermination même générique. L'auteur signale, comme nous l'avions déjà fait, les contradictions de MM. Etheridge et Salter aussi bien que le peu de confiance qu'il convenait d'attribuer aux déterminations de M. Figari Bey. Il mentionne la découverte d'une empreinte de *Sigillaria* apportée du waddy Mokatteb (Sinaï) par le révérend Holland, et qui paraît provenir du grès de Nubie, bien qu'elle n'ait pas été recueillie en place.

Enfin, M. Ralph Tate annonce qu'il a découvert dans le calcaire rapporté du waddy Naseb par MM. Wilson et Holland, un fossile bien conservé qu'il rapporte à l'*Orthis Michelini*, fossile bien connu du carbonifère. M. Davidson a confirmé cette détermination.

la Thébaïde, ne se doutait guère qu'il avait entre ses mains la solution du problème de l'origine et de l'âge de cette intéressante formation.

Lefèvre avait également rapporté des environs du puits de Naseb un *calcaire dolomitique grisâtre superposé aux psammites de cette localité* et d'une épaisseur de 15 à 18 pieds. Ce calcaire renfermait, selon lui, des traces de polypiers composés de tubes grêles et allongés, serrés les uns contre les autres et alignés dans le même sens. Ces prétendus polypiers n'étaient-ils pas plutôt les encrines de M. Bauermann ?

(1) On the Nubian Sandstone, *Quart. jour. of the geol. Soc.*, t. XXVII, p. 404.

Outre ce brachiopode bien déterminable, le même calcaire renfermerait des empreintes paraissant se rapporter au *Streptorhynchus crenistria* et des fragments de fossile se rattachant au genre *Spirifera* (1).

Grâce à ces découvertes, nous voici enfin parvenus à une nouvelle phase de la question, plus positive que la précédente.

Il paraît décidément prouvé que les grès de Nubie et du Sinaï appartiennent, en totalité ou en partie, à la fin de la période primaire et plus spécialement à l'époque carbonifère. La trouvaille de l'*Orthis Michelini* confirme à cet égard les découvertes moins authentiques des *Lepidodendron* et des *Sigillaria*, et vient donner à ce classement l'autorité de la paléontologie que nous invoquions en vain jusqu'ici.

Les grès de l'Idumée et des bords de la mer Morte, si voisins de ceux du Sinaï dont ils forment la continuation naturelle, sont donc aussi des grès anciens. Mais les grès du Liban, à supposer même que les observations de Botta et de M. Blanche fussent erronées (ce qui paraît difficile à admettre tant leurs coupes sont simples), ces grès devraient-ils donc rentrer dans la série paléozoïque ? Mais alors ce n'est pas du lignite qu'ils renfermeraient, mais bien de la houille et de l'anthracite ! La description de ces grès, que nous avons réservée jusqu'à ce moment, ne laissera, nous le pensons, subsister aucun doute.

Leurs caractères, comme on va le voir, ne paraissent pas comporter un âge aussi reculé que celui attribué au grès de Nubie.

Très-ferrugineux dans le Liban, le grès y renferme des couches de lignites qui, d'après Botta, se trouveraient à la partie supérieure et à la base de ce terrain. Ces couches charbonneuses ont une puissance qui varie de quelques pouces à 4 ou 5 pieds, et se trouvent dans une marne colorée en gris bleuâtre par les matières organiques.

Ces lignites se réduisent, en certains points, à des lits minces, feuilletés, d'une matière noire légère (dusodyle), brûlant facilement. Lorsque les couches charbonneuses sont plus épaisses, on y distingue des troncs à demi carbonisés et des veines et nids de pyrite. Ces lignites sont la plupart du temps pyriteux et se couvrent d'efflorescences d'alun, ce qui nuit beaucoup à leur utilisation. Les végétaux y sont souvent entièrement transformés en pyrite de fer.

A Cornail, le charbon est, d'après Russegger, poisseux et brillant, et renferme beaucoup

(1) En concluant, M. Ralph Tate propose de rapporter aux grès de Nubie les grès d'Abyssinie.

C'est un rapprochement que nous avions déjà tenté nous-même, d'après les observations de M. Vignaud en Abyssinie et les échantillons de ces grès qu'il en avait rapportés.

Nous avions fait remarquer à l'appui de cette identification qu'ils renferment, comme ceux du Sinaï, des veines métallifères et des gîtes de turquoises (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 2ᵉ série, t. XXV, p. 497. Mars 1868).

de pyrite, des bois bitumineux et des lits de dusodyle ainsi que du succin. Des dykes de basalte (ou de mimosites?) ont, en certains points, percé ces couches qui semblent alors avoir subi à leur contact, une sorte de métamorphisme.

Les grès se voient au sud du Liban, à Abey, où M. Blanche y signale également la présence de lignites qu'il aurait tenté d'y exploiter.

Ces grès deviennent parfois tellement ferrifères, qu'on y exploite des minerais de fer comme à Masca.

Le domaine des grès est révélé dans ces montagnes par la végétation qui s'y montre. Les pins s'y développent à merveille, tandis que les chênes croissent de préférence sur les calcaires.

Ces grès se retrouvent au pied du versant occidental de l'Anti-Liban, où nous les avons observés nous-même ; ils s'y montrent par lambeaux alignés à cette chaîne. Ils y sont souvent très-ferrugineux, par exemple à Békifyeh, près de Rasheya, où ils ont une belle couleur pourprée, et entre Khiem et Hasbeya.

On le voit, d'après la description qui précède, ces lignites, ce succin, ces bois bitumineux et ces dusodyles ne rappellent en rien les couches combustibles des terrains primaires, et viennent par leurs caractères confirmer les coupes d'ailleurs si probantes de Botta et de M. Blanche. Dès lors n'y a-t-il pas lieu de conclure de tout ceci qu'il faut distinguer des grès d'âges différents parmi ceux qu'un examen général faisait confondre jusqu'ici sous la même dénomination de *grès de Nubie?* Que les voyageurs qui parcourront ces contrées aient leur attention éveillée sur ce point. La paléontologie leur sera un guide bien précieux au milieu de ces formations si semblables d'aspect.

On comprend que des roches arénacées empruntant leurs éléments aux mêmes sources, dérivant même parfois directement les unes des autres par un remaniement sur place, puissent se ressembler beaucoup, et le plateau central de la France fournirait des exemples concluants, suffisants pour prouver que les mêmes roches se sont formées à des âges fort différents. Les grès du Liban pourraient donc bien être crétacés alors que ceux du Sinaï sont carbonifères. C'est à la paléontologie et à la stratigraphie de décider si les observations de Botta doivent subsister à côté des découvertes récentes faites au waddy Naseb.

A mesure que les recherches se multiplieront, on reconnaîtra l'existence dans ces régions de nouveaux étages qui y sont encore inconnus ou à peine soupçonnés. Nous venons de voir que d'après la trouvaille du waddy Naseb, le dernier terme de la série primaire paraît y être représenté. Peut-être découvrira-t-on un jour, comme en Nubie, des fossiles paléozoïques encore plus anciens. Enfin, si l'on ne tenait compte que des

analogies lithologiques, on serait tenté d'y admettre, à l'exemple de certains auteurs récents, l'existence du trias; mais toutefois, avant d'admettre la présence en Palestine de ce dernier terrain, il faudrait en recueillir des preuves sérieuses et ne pas indiquer ce terrain, *de sentiment*, à cause de la couleur rouge des marnes et des grès et d'un facies qui peut être trompeur.

Quant au terrain jurassique, voici à quoi se réduisent les preuves de son existence en Palestine.

Nous avons vu que Botta avait divisé les terrains du Liban en trois groupes, qu'il assimilait, le supérieur, à la craie inférieure; le moyen, au grès vert; l'inférieur, au terrain jurassique.

Russegger attribua à ce dernier terrain des domaines très-étendus en Palestine et dans le Liban. Or, les calcaires compactes et les dolomies de la chaîne de Judée, qui peuvent, en effet offrir quelques ressemblances avec les calcaires jurassiques, renferment de nombreux fossiles crétacés. Il en est de même du *calcaire cidaritique* que Russegger mentionne comme formant la masse des monts Belkaa, à l'est de la mer Morte, et qu'il comprend également dans le terrain jurassique. Ce calcaire correspond évidemment au calcaire à échinodermes cénomaniens qui constitue, comme nous le verrons dans le chapitre suivant, la base des calcaires crétacés dans cette région.

Si Russegger eût visité les montagnes à l'est de la mer Morte, il aurait vu que leur base est formée de grès rouges, leur partie moyenne par des calcaires et des marnes jaunâtres, et le haut par des calcaires blanchâtres avec de nombreux bancs de silex. Comment donc a-t-il pu figurer le massif du Belkaa comme étant entièrement constitué, de la base au sommet, par le *calcaire cidaritique* jurassique? C'est qu'on lui aura, sans doute, apporté de cette montagne quelques débris d'*Heterodiadema*, *Cyphosoma* ou d'*Holectypus*, si communs dans les couches crétacées de la base de ce massif, et qu'après les avoir confondus avec des oursins jurassiques de formes très-approchées (ce qui était excusable à cette époque) (1), il aura admis que toute la montagne était formée de ces couches.

Quand on réfléchit à l'immense étendue de pays que Russegger a parcouru depuis le Soudan jusqu'à l'Asie Mineure, on ne doit pas être surpris de constater qu'il n'a pu que prendre une connaissance imparfaite des contrées qu'il traversait. Il a commis d'autres erreurs assez graves en Palestine. Mais, si nous les relevons, c'est dans l'intérêt seul de la

(1) Voyez les planches XIII et XIV. Russeger paraît aussi avoir confondu les exogyres crétacées. (*O. Africana*, *O. Mermeti*, etc.) avec des gryphées jurassiques.
Les calcaires dolomitiques, qu'il indique partout comme jurassiques, sont crétacés, comme on le verra dans la suite.

vérité et nullement pour affaiblir les mérites d'un voyageur intrépide, auquel on doit la reconnaissance géologique la plus étendue, peut-être, qui ait jamais été faite.

Après les méprises paléontologiques que nous venons de signaler, on ne sera pas surpris d'apprendre que, malgré l'importance dominante que Russegger attribue, en Palestine, au terrain jurassique, nous n'ayons pu recueillir, jusqu'à présent, aucune preuve authentique de son existence dans cette contrée, depuis l'Anti-Liban jusqu'à la mer Rouge, tandis que, au contraire, dans les domaines étendus que lui assigne ce voyageur, nous avons trouvé, souvent en abondance, des fossiles crétacés.

Anderson a fait les mêmes confusions que Russegger, mais on peut l'excuser d'avoir ainsi contribué à répandre la notion erronée de l'importance du terrain jurassique en Orient, en rejetant toute la faute sur M. Conrad auquel il avait confié la détermination de ses fossiles et qui, non content de donner des noms nouveaux à des moules informes, a méconnu le caractère crétacé de ces débris organisés et a été ainsi conduit à admettre dans les mêmes couches le mélange des espèces crétacées et jurassiques (1). C'est ainsi que les calcaires cénomaniens à *Hemiaster*, *Ostrea Africana*, *Ostrea flabellata*, etc., du Liban et des bords de la mer Morte ont été décrits par Anderson comme appartenant au terrain jurassique et il n'y a que les fossiles des marnes blanches supérieures à silex qui aient été déterminés comme crétacés par cet auteur.

Tandis que Russegger ne mentionne point l'existence du terrain jurassique en Égypte non plus qu'au Sinaï et lui attribue une large extension en Judée, M. Figari-Bey considère (également à tort) cette même chaîne de Judée comme étant entièrement constituée par les terrains tertiaires et il signale, au contraire, la présence des terrains jurassiques sur plusieurs points de l'Égypte et du Sinaï.

Nous ne pouvons que reproduire ici les réserves que nous avons déjà eu occasion de faire à l'égard de l'exactitude des déterminations paléontologiques de cet auteur, et nous nous bornerons à mentionner trois fossiles cités par lui dans le terrain jurassique, et qui montreront quelle confiance on doit leur accorder ; ces trois fossiles sont : l'*Ostrea flambelloïdes* (?), une *Baculite* et l'*Avicula socialis !*

Les seuls indices de l'existence du terrain jurassique en Palestine se rencontrent dans le Liban et l'Anti-Liban.

(1) M. Conrad cite dans ces couches l'*Ostrea Boussingaulti*, *virgata*, *scapha*. Les autre fossiles sont des Ammonites, Nucules, Trigonies, Inocérames, Oursins, Natices, Strombes, Nérinées, etc., auxquels il donne chaque fois des noms nouveaux.

L'*O. Boussingaulti* semble correspondre à l'*O. flabellata*, qui est très-abondante dans le Liban, où d'Orbigny l'a citée d'après des échantillons que lui en avait rapportés le Père Beadle.

Ce sont d'abord ces baguettes de *Cidaris glandifera* célèbres depuis longtemps sous le nom de *pierres judaïques* ou d'*Olives de Sodome* (1), et que l'on a retrouvées en France ainsi qu'en Algérie, à la partie supérieure des terrains jurassiques.

Enfin nous avons découvert dans l'Anti-Liban, sur les flancs méridionaux du Jebel et Scheikh et vers le haut de la colline qui porte le château de Banias, de nombreux exemplaires d'oursins assez mal conservés qui paraissent se rapporter au genre *Collyrites* et plus spécialement, d'après M. Cotteau, au *Collyrites bicordata*, espèce jurassique caractéristique, comme on sait, des assises supérieures de l'étage oxfordien.

Le calcaire dans lequel abondent ces oursins est assez tendre. Il repose sur un calcaire gris compacte, lithographique, qui renferme, en petit nombre, des silex de couleur terne. Ces couches plongent légèrement au sud-ouest et disparaissent bientôt sous les coulées basaltiques du Jaulan.

Tels sont jusqu'ici les seuls indices bien authentiques de l'existence en Palestine du terrain jurassique. On voit qu'ils proviennent des chaînes parallèles du Liban et de l'Anti-Liban, qui forment en effet un domaine orographique et géologique bien distinct du reste de la contrée. Botta y avait bien déjà signalé la présence du terrain jurassique, constitué par son groupe inférieur. Mais cette assimilation ne s'appuyait que sur la superposition à ce groupe inférieur, des grès qu'il plaçait à la base du terrain crétacé. M. Blanche remarquait, de son côté, que ces grès passaient supérieurement et inférieurement aux calcaires, qui les comprennent; que, des deux parts, c'étaient des calcaires oolithiques plus ou moins chargés de grains de sable qui établissaient la

(1) Les anciens connaissaient ces baguettes d'oursin pétrifiées, qui avaient la réputation de guérir de la gravelle. Elles ont porté divers noms : *Lapis judaïcus*, *Syriacus*, *Phœnicicus*, *Phœnicites*, *Oliva lapidœa*, *pierres judaïques* (en forme d'olive ou de concombre, avec une queue). Voir Bertrand, *Recueil de divers traités sur l'histoire de la terre et des fossiles*, publié à Avignon en 1766, p. 426, 427. — Bertrand, *Dictionnaire universel des fossiles propres et des fossiles accidentels*, publié à Avignon en 1763, p. 461-470. — « Quand elles (ces pointes d'oursin) sont de figure ovale, dit-il, p. 470, on les appelle aussi *Lapis judaïcus* et *Syriacus*, parce qu'on en a trouvé une grande quantité en Judée et en Syrie, ou peut-être parce qu'on y a trouvé les premières. On les appelle encore *Lapis cucumerinus* et *Oliva*, à cause qu'elles ont souvent la forme de ces fruits. » Dargenville, dans son *Histoire naturelle éclaircie dans deux de ces parties principales, la lithologie et la conchyliologie*, Paris, 1742, parle aussi de ces pierres judaïques.

Ces pierres pétrifiées ne sont point désignées dans ces anciens recueils d'histoire naturelle sous le nom d'*olives de Sodome*. Cette dernière appellation leur aura, sans doute, été donnée par les pèlerins et ne peut servir à fixer le gisement de ce fossile. Nous verrons d'ailleurs plus loin que c'est la craie et non le terrain jurassique qui est développé aux environs de Jebel Usdom, près duquel on s'accorde à placer l'emplacement de Sodome.

Russegger indique bien que les baguettes d'oursin apportées à Jérusalem et connues sous le nom d'*Olives pétrifiées de Sodome*, viennent du bord oriental de la mer Morte. Mais, comme il n'avait point visité cette région, il n'a pu contrôler la véracité de cette assertion. On verra, par l'étude que nous avons faite de ces rivages, combien cette origine paraît invraisemblable. Le seul endroit de la Palestine où la présence du *Cidaris glandifera* paraisse bien établie, c'est le Liban ; nous ne l'avons jamais rencontré dans les régions situées au sud de cette chaîne.

transition et qu'il n'y avait aucune raison pour séparer des calcaires crétacés, les calcaires inférieurs que Botta rangeait dans le terrain jurassique. Dans cette hypothèse, ces calcaires inférieurs se placeraient donc à peu près sur l'horizon du néocomien.

D'Orbigny, dans son *Prodrome,* cite en effet plusieurs espèces du Liban qui appartiennent à la partie inférieure du terrain crétacé et M. Gaudry à rapporté de Zahlé (à la partie supérieure de ces calcaires inférieurs) des fossiles incontestablement néocomiens tels que *Ostrea Couloni, Heteraster oblongus,* orbitolites coniques, etc.

Nous avons nous-même recueilli, sur les bords du Nahr el Kelb, des moules de natices de très-grande taille, ressemblant à la *Natica Beuquei* du néocomien moyen de l'Algérie, en compagnie de nerinées et de polypiers qui ont un facies néocomien. Tous ces faits prouvent bien que l'assimilation proposée par Botta ne repose point sur des preuves sérieuses. La notion de l'existence du terrain jurassique dans ces contrées ne repose encore que sur la présence dans le Liban des baguettes du *Cidaris glandifera,* et sur la découverte que nous avons faite au pied de l'Anti-Liban, des oursins mal conservés que M. Cotteau a cru devoir rapporter au *Collyrites bicordata.*

En revanche, la présence de l'étage néocomien dans cette même chaîne du Liban est bien établie par les fossiles que nous venons d'énumérer, notamment l'*Heteraster oblongus* et l'*Ostrea Couloni.*

Avec les terrains crétacés si développés et si fossilifères dans ces régions, nous retrouvons l'aide de la paléontologie, ce fil conducteur du géologue qui nous a, comme on l'a vu, presque entièrement fait défaut jusqu'ici. Aussi, maintenant, quittons-nous avec joie ce terrain de probabilités et de discussions parfois épineuses et obscures auquel nous condamnait l'insuffisance des documents recueillis.

Dans l'étude que nous allons faire des calcaires crétacés supérieurs qui, sur de si vastes étendues, viennent recouvrir d'un manteau jaunâtre les grès rouges de Nubie et du Liban, nos grands horizons seront nettement déterminés et les difficultés ne porteront plus que sur des questions de détail.

---

## CHAPITRE V.

### DESCRIPTION STRATIGRAPHIQUE DU TERRAIN DE CRAIE DE LA PALESTINE ET DE L'IDUMÉE.

---

§ 1. Nous avons dit que les grès inférieurs sont presque partout recouverts par un terrain marno-calcaire jaunâtre, caractérisé par une faune cénomanienne, et surmontée à son tour par des marnes et des calcaires plus clairs et plus tendres, dont une partie au moins appartient encore à l'époque crétacée.

Ces deux groupes d'assises, qui se distinguent surtout par leur *facies* lithologique et leur couleur, ont été séparés par Botta, dans le Liban, et Russegger, dans la carte qu'il a dressée de la même région, les caractérise avec plus de précision en leur donnant les noms de *craie grise dure inférieure* et *craie blanche marneuse supérieure*. Nous verrons, dans la suite, que si l'on peut admettre à première vue ces deux divisions, l'étude détaillée de ces couches, et surtout celle des nombreux fossiles qu'elles renferment, ne permettent pas d'établir de ligne de démarcation bien tranchée entre les calcaires crayeux blancs de la partie supérieure et les marnes et calcaires jaunâtres qui les supportent. Aussi, tout en établissant la succession des divers niveaux fossilifères dans chaque région, nous comprendrons toutes ces couches dans une même description méthodique de l'ensemble du terrain, afin de n'être pas entraîné à établir des parallélismes d'après des caractères aussi variables que la couleur et la compacité des roches.

§ 2. **Terrains crétacés du Liban et de l'Anti-Liban.** — On a vu, dans le chapitre précédent, que la partie centrale du Liban était constituée par des calcaires gris, compactes, caverneux ou oolithiques, avec polypiers, térébratules, grandes natices, nérinées et baguettes de *Cidaris glandifera*.

Au-dessus de ces calcaires, que tous les géologues, à l'exception de M. Blanche, ont

rangé, dans le terrain jurassique, viennent les grès rougeâtres ou le *terrain sablonneux* de Botta, que cet habile observateur plaçait, ainsi que Russegger, sur l'horizon du *grès vert*. A ces grès, succèdent des calcaires et des marnes que tous les auteurs, à l'exception d'Anderson, rapportent au terrain crétacé. Voici quelle en est la succession de bas en haut :

I.
1° Calcaire jaune en petits bancs.
2° Calcaire compacte, jaune brun, moucheté de noir.
3° Calcaire, blanc jaunâtre compacte, criblé de trous.
4° Calcaire jaune ou vert, avec géodes de carbonate de chaux, et nombreux fossiles (*ostrea*, *cardium*, *hippurites*, (?).
5° Enfin, un calcaire dolomitique gris, qui termine la série des calcaires jaunâtres avec quelques couches d'un calcaire jaune veiné de rouge, carié et magnésien qui le surmonte.

II.
6° Marnes blanches feuilletées, avec géodes de quartz et lits de silex rose.
7° Calcaire compacte, caverneux, dolomitique.
8° Calcaire, avec rognons de la même substance.
9° Calcaire dur, avec rognons et lits de silex.
10° Calcaire, avec nodules de calcaires plus durs.
11° Calcaire blanc, tendre, argileux.
12° Calcaire blanc, jaunâtre, compacte, à cassure rhomboïdale, qui termine la série marno-calcaire supérieure.

Le tout reposant sur les grès qui constituent l'étage moyen.

Aux environs d'Abey, M. Blanche signale, au-dessus du même grès, la série suivante d'assises, dont l'ensemble s'accorde assez bien avec la succession indiquée par Botta :

1° A la base, calcaire jaunâtre, terreux, dolomitique, avec des grains de quartz, et passant au grès sous-jacent.

2° Calcaire blanc très-dur et compacte, presque cristallin.

3° Calcaire jaunâtre, terreux et cristallin, riche en ammonites, spatangues, huîtres et encrines.

4° Argile rougeâtre, mince, supportant des marnes vertes avec de grandes huîtres, des gastéropodes et des bivalves.

5° Calcaire oolithique.

6° Calcaire compacte sans fossiles.

7° Calcaire compacte avec nérinées.

8° Calcaire blanc friable avec silex pâles.

Ces diverses assises sont groupées comme il suit par Botta (1), dans un résumé général des terrains constitutifs de la chaîne du Liban :

(1) *Mém. Soc. géol.*, 1re série, t. Ier, p. 157.

| | |
|---|---|
| III. Série supérieure. | Calcaires et marnes sans silex.<br>Calcaires en lits minces, avec silex (oursins et poissons).<br>Calcaires caverneux, marnes avec beaucoup de silex. |
| II. Série inférieure. | Calcaire jaune, siliceux.<br>Calcaire caverneux (dolomitique?)<br>Calcaire sablonneux. |
| I. | Grès. |

Nous donnerons dans la suite des coupes des terrains analogues de la Palestine, qui aideront à comprendre ce qui précède.

Il est néanmoins à regretter que les fossiles, dont les genres sont seuls mentionnés dans ces coupes, n'aient pas été déterminés d'une façon plus précise. Les seuls qui aient été l'objet d'une étude attentive sont ces poissons si célèbres du Liban, dont les débris ont été jusqu'ici principalement recueillis dans les calcaires en plaquettes de Sahel Alma et de Hakel, entre Beyrouth et Tripoli. On connaît aujourd'hui, grâce surtout aux travaux de M. Pictet, cinquante et une espèces de poissons provenant de ces calcaires. Leurs restes sont bien conservés, et ces empreintes ont de tout temps frappé l'esprit des plus indifférents.

Nous avons déjà rapporté, au commencement de ce travail, que Joinville en fait mention dans son *Histoire de saint Louis*, et que Maraldi, Lebrun et Jonas Korte les avaient successivement décrites. Volney signala, avec ces poissons, des empreintes de plantes, de coquillages et d'oignons de mer.

De Blainville, en 1818, et M. Agassiz, de 1833 à 1843, décrivirent quelques-uns de ces poissons; et sir Ph. Grey Egerton fit connaître, en 1845, une raie (qu'il supposait avoir été douée d'un appareil électrique comme les Torpilles) sous le nom de *Cyclobatis oligodactylus*.

MM. Heckel, Costa, et surtout M. Pictet, ont enrichi, depuis, cette faune d'un grand nombre d'espèces nouvelles.

Enfin, en 1866, l'éminent paléontologiste de Genève a rassemblé, avec l'aide de M. Aloïs Humbert, qui avait fait dans ce but le voyage du Liban, tous les matériaux relatifs aux poissons fossiles de cette contrée dans un beau mémoire accompagné de planches nombreuses (1).

M. Humbert a ajouté dans cet ouvrage quelques renseignements précieux sur la localité de Hakel, dont Botta et Russegger avaient déjà parlé.

Hakel et Sahel Alma sont les deux principaux gisements des ichtyolites du Liban.

(1) Pictet et Humbert, *Nouvelles recherches sur les poissons fossiles du mont Liban*. 1866, Genève.

A Sahel Alma, les poissons se trouvent, d'après Botta, près du couvent de ce nom, au fond du bassin d'Antoura, à 300 pieds au-dessus de la mer et dans un calcaire argileux feuilleté, sans silex, où l'on trouve également des empreintes de crustacés.

A Hakel, c'est dans une vallée profonde et assez élevée sur la pente, à droite, en montant au-dessus du village, que se rencontrent ces empreintes. On les trouve éparses sur le sol parmi les débris d'un calcaire feuilleté, fétide à la cassure et contenant des lits irréguliers de silex ou plutôt de calcaire siliceux et des géodes de carbonate de chaux (1).

Botta considérait ce dernier gisement comme occupant un niveau très-différent de celui de Sahel Alma qu'il croyait être plus inférieur et plus rapproché du terrain de grès.

C'est à une conclusion opposée qu'est arrivé Russegger à la suite des études paléontologiques de M. Heckel. Après s'être excusé sur ce qu'il avait d'abord rapporté des couches à poissons de Hakel au terrain jurassique supérieur, il les rejette dans l'éocène, sur l'horizon de Monte-Bolca, tandis qu'il regarde le dépot de Sahel-Alma comme parallèle à la craie (2).

L'étude des faunes de ces deux localités amène MM. Pictet et Humbert à penser qu'elles appartiennent toutes deux à la craie. Les poissons de Hakel offrent quelque analogie avec ceux de Conien, en Istrie, qui appartiennent au terrain crétacé inférieur, tandis que ceux de Sahel Alma ont des rapports marqués avec ceux de la craie de Westphalie qui correspond à un des horizons supérieurs du même terrain. D'après cela, les couches de Hakel seraient, contrairement à l'opinion de Botta, plus anciennes que celles de Sahel Alma.

L'une et l'autre de ces faunes diffèrent d'ailleurs notablement de celles que fournissent les calcaires crétacés de l'Angleterre, ce qui doit surtout tenir à des causes géographiques, et la conclusion générale de ce travail est que les deux gisements se rapportent au terrain crétacé moyen, résultat que confirment, par analogie, nos observations sur les couches à poissons de la Palestine.

M. Humbert a d'ailleurs recueilli, à Hakel, des fossiles qui viennent prêter un appui très-grand à ce rapprochement. Les poissons s'y trouvent au milieu d'une série de calcaires alternant avec des bancs marneux. Dans un de ces bancs calcaires, situé un peu au-dessous du niveau occupé par des ichtyolites, M. Humbert a recueilli l'*Arca tailleburgensis*, le *Cardium hillanum* et la *Natica difficilis* (?), tous fossiles cénomaniens; et dans les champs situés au-dessus de ces couches, le même observateur a recueilli l'*Ostrea flabellata* qui est du même terrain.

Dans l'un des bancs marneux de la même série, M. Humbert cite encore l'*Hemiaster*

(1) Botta. *loc. cit.*, p. 151.
(2) Russegger, *loc. cit.*, p. 263-64, 1846-49.

*Saulcyanus* et le *Pseudodiadema Sinaïca.* Des *Hippurites,* recueillies non loin de là, semblent occuper un niveau supérieur à celui de la couche à poissons de Hakel qui se trouverait ainsi dans un terrain cénomanien et au-dessous du turonien.

Outre les empreintes de poissons, les calcaires marneux de Hakel et de Sahel Alma renferment d'autres curieux vestiges d'êtres organisés et pourraient être comparés, pour leurs propriétés conservatrices, aux calcaires d'Aix ou de Solenhofen. Nous avons vu, en effet, dans le Musée de la Société géologique de Londres, une empreinte très-nette de céphalopode octopode qui en aurait été rapportée par Newboldt et à laquelle Sowerby avait donné, dans la collection, le nom de *Calaïs Newboldti.* On voyait, autant qu'il m'en souvient, dans le même tiroir, une empreinte de crustacé et une autre d'un petit lézard, qui paraissaient avoir la même provenance.

M. Humbert a trouvé, dans les calcaires de Hakel, une empreinte d'insecte orthoptère aptère qui lui a fait justement penser que ces dépôts s'étaient effectués à une petite distance de la terre ferme. Il cite encore dans ces mêmes calcaires un *Aptychus* et deux *Ammonites,* ainsi que quelques débris de crustacés que Botta y avait également indiqués.

Russegger signale la présence, dans ces mêmes couches de plantes marines; et, au nombre des objets cédés à M. Gaudry comme provenant des mêmes localités, se trouvent des empreintes de crustacés macroures, ainsi qu'un os de sèche.

Parmi les poissons, les Téléostéens abondent, tandis que les Ganoïdes font complétement défaut, ce qui montrerait, à défaut d'autre preuve, que ce n'est pas une faune jurassique. On y trouve des genres encore vivants, tels que les *Beryx,* les *Clupes,* etc..... et des groupes caractéristiques de l'époque crétacée comme les *Dercetis* et les *Eurypholis.* Aucune espèce du Liban n'a encore été trouvée dans les autres contrées, sauf en quelques points de la Syrie et de l'Asie Mineure, ce qui explique pourquoi, malgré la richesse de cette faune, on a été si longtemps indécis sur son âge.

La *Clupea Beurardi* qu'Agassiz a étudiée venait de Saint-Jean d'Acre. Il y en a, au Musée de Genève, des représentants qui viennent du mont Carmel et M. Williamson l'a trouvée au jebel Sannine. Il faut, d'après cela, que cet horizon fossilifère se prolonge sur des étendues assez considérables, et nous verrons en effet, combien son existence en Palestine, sur de vastes surfaces, est rendue probable par les nombreux vestiges de poissons que nous y avons rencontrés au milieu de certaines couches crétacées.

Les couches crétacées du Liban, que nous avons passées plus haut en revue, inclinent, sur le versant occidental de cette chaîne, vers la mer ainsi que les grès et les calcaires inférieurs qui les supportent. Sur l'autre versant, ces mêmes couches plongent en sens inverse.

La coupe du jebel Sannine, donnée par Botta, montre que les couches crétacées et le terrain sablonneux se succèdent ainsi inclinés vers la mer, depuis le rivage jusqu'à Antoura, en s'appuyant sur le calcaire inférieur dont le plongement diminue peu à peu, cesse et reprend en sens inverse, de telle sorte que ce dernier terrain forme un dôme central que vient interrompre la vallée du Nahr el Salib qui coule dans l'entaille résultant de la rupture produite par la flexion des couches.

Du côté opposé à la mer on observe la même succession, en sens inverse, jusqu'à la plaine de la Bekaa.

Telle est à peu près la constitution générale du Liban, comme aussi sans doute celle de l'Anti-Liban, car ces deux chaînes sont formées par deux plis parallèles et, lorsque les deux couches crétacées ont été rompues par un trop fort plissement, elles laissent apparaître, comme à travers une boutonnière, les terrains sur lesquels elles reposent.

Près du jebel es Scheikh et à la base du versant occidental de l'Anti-Liban, le long du Nahr Hasbany, court une rangée de collines crayeuses qui sépare ce ruisseau du Nar Khazimieh et porte, entre Hasbeya et Kalwet, le nom de jebel ed Dahar.

Les marnes crayeuses qui constituent ces collines nous fournissent un intermédiaire naturel pour passer de la craie du Liban à celle de la Palestine. Ces marnes, en général blanchâtres, sont fréquemment imprégnées de bitume, comme nous l'avons observé entre Hasbeya et Kaukab et de Hasbeya à Kalwet. Près de Hasbeya, elles renferment des coquilles que j'avais d'abord prises pour de petites huîtres, mais qui paraissent être des vulselles et se détachent en blanc sur le fond brun du calcaire asphaltique.

A Kalwet, les masses crayeuses qui ne sont point imprégnées de bitume renferment de nombreuses empreintes de fossiles, telles que des *Inoceramus, Baculites, Pecten, Acteon, Turritella, Ammonites* (1), et des dents et écailles de poissons, parmi lesquelles un écusson dorsal d'Hopopleuride qui se rapporte très-probablement à un *Eurypholis*. Ce genre de poissons est un de ceux qu'on rencontre dans les deux gisements d'ichthyolites du Liban, cités plus haut.

Il est donc assez naturel de penser que les calcaires de Kalwet correspondent à ceux de Hakel ou de Sahel Alma et probablement à ces derniers à cause de l'absence de silex et de

(1) Ces empreintes ne sont pas très-bien conservées, et ne permettent pas d'identification rigoureuse avec des espèces connues.

L'inocérame doit être le même que celui décrit sous le nom d'*Inoc. aratus* par M. Conrad (*Off. rep.*, p. 226, Pl. 19, *fig.* 113), et trouvé par Anderson à Nebi Musa, près de couches bitumeuses de même nature que celles de Kalwet. Sa forme est assez voisine de celle de l'*Inoceramus Cripsii*.

la présence des ammonites dans les deux gisements de poissons fossiles de Kalwet et de Sahel Alma.

Les calcaires de Kalwet sont d'un blanc très-légèrement jaunâtre et rosé, tendres et crayeux ; ils sont presque entièrement constitués par des débris de foraminifères, visibles seulement au microscope et correspondant aux principaux genres qu'on retrouve dans la craie de Judée.

§ 3. **Terrains crétacés de la Galilée, de la Phénicie et de la Samarie.** — Ces collines crétacées se prolongent fort loin au sud-ouest et rejoignent celles de la Galilée qui, peu à peu, vont se transformer en chaîne montagneuse pour se continuer par les monts de Juda jusqu'au désert du Tyh dans le Sinaï. (*Voir* Pl. I.)

Au sud-est, les mêmes roches se montrent, dès que cessent les coulées basaltiques du Jaulan qui les recouvrent, et séparent leur domaine de celui des calcaires inférieurs qui constituent le jebel es Scheikh. Les montagnes d'Adjloun, du Belkaa et d'une grande partie de l'Idumée en sont formées et cette ceinture de calcaires crayeux entoure et circonscrit, d'une façon complète, le bassin de la mer Morte.

Dans la Galilée et dans la Phénicie, ces terrains ne sont pas très-fossilifères. Nous possédons une ammonite transformée en silex que nous rapportons à l'*Ammonites Mantelli* et qui a été trouvée aux environs de Tebnin par M. Durigelo, agent consulaire français à Saïda (Sidon).

Nous avons, en outre, recueilli au Ras el Abyad (cap Blanc), au sud de Tyr, dans une couche de calcaire crayeux blanchâtre, une grande huître (probablement l'*Ostrea vesicularis*), un Janire (la variété où l'espèce *Janira tricostata* de M. Coquand, qui a trois côtes inégales intermédiaires, non *Janira tricostata* Bayle, qui n'en a que deux), l'*Hemiaster Fourneli* (1), des baguettes fort allongées de *Cidaris* et un *Pecten*.

La roche est remplie de rhomboèdres microscopiques de calcite et, à certains niveaux, les nodules de silex abondent.

Ces couches fort épaisses forment une chaîne de collines qui s'avance jusqu'à la mer interrompant les plages basses de la Phénicie par un cap qui tire son nom Ras el Abyad (*cap Blanc*) de la couleur de ces roches.

Aux environs de Safed, non loin du lac Tibériade, on trouve également des couches crayeuses silicifères avec de nombreux fossiles crétacés. Anderson cite les suivants

(1) C'est l'*Hemiaster Fourneli* pour M. Cotteau. Mais, d'après M. Péron ce serait l'*Hemiaster Batnensis*.

qui, à part l'*Ostrea vesicularis*, se rapportent malheureusement à des espèces créées par M. Conrad; *Ancyloceras Safedensis*, *Ammonites Safedensis*, *Corbula Syriaca*, *Pecten delumbis*, *Astarte sublineolata*, *Gryphæa vesicularis*, *Lucina Safedensis*, *Dentalium cretaceum*, *Nucula*, *Rostellaria*, *Solen*, etc.....

Ces couches de marnes et de calcaires crayeux blanchâtres, avec ou sans silex, dominent dans toute la Galilée. On les retrouve aux environs de Nazareth, village adossé à des collines de craie blanche très-tendre et sans silex. On les rencontre également au mont Carmel, où elles renferment des silex à certains niveaux.

Au point où cette chaîne se rattache aux montagnes de Juda par les collines de la Samarie, on trouve encore ce terrain de calcaires crayeux blanchâtres qui prend là un grand développement.

A Jenin, ces calcaires friables contiennent de nombreux nodules de silex.

De Jenin à Jeba, ce sont encore les mêmes roches, et les silex s'y montrent en nombreux nodules et même y forment de véritables bancs.

Aux environs de Sébastieh et de Naplouse, comme en d'autres points de la Samarie, les marnes blanches sont recouvertes par des calcaires gris compactes avec nummulites et par des marnes blanchâtres qui établissent une transition insensible entre les dépôts éocènes et les dépôts crétacés.

Les silex se développent de plus en plus vers le sud et forment des bancs assez épais.

Dans la chaîne de Juda, les altitudes augmentent et, par suite du bombement général de ce pli montagneux, les couches inférieures aux marnes blanches à silex apparaissent bientôt au centre, tandis que ces dernières ne forment plus que des lambeaux épars sur ces hauteurs et sont rejetées sur les deux flancs de la chaîne où elles forment des bandes stériles et blanchâtres. C'est ainsi qu'on peut les suivre sur le versant qui fait face au Jourdain, de Kurn Surtabeh à Jéricho, et sur le versant méditerranéen, au pied de la chaîne, par exemple à Latroun et à Kubab, sur le chemin de Jaffa à Jérusalem.

Les couches qui supportent ces marnes blanches à silex sont des calcaires dolomitiques, comme à Sawieh, à Aïn-Fasaïl, et des calcaires compactes dans lesquels on trouve souvent des *Hippurites*, des *Nérinées*, de grands *Strombes*, des *Janires*, etc., et qui suivent le faîte de la chaîne. Ces couches affleurent notamment à Beitin (Béthel), à el Jib, Aïn Yabrud, Seïloun (Siloh), Aïn Haramyeh, etc... On trouve enfin dans ces terrains de gros bancs de quartz grenu et carié, qui scintillent au soleil comme des grès et sont tachés d'oxyde de fer. Ces bancs de quartz grenu, blancs et tachés de rouge, sont littéralement pétris, en certains points, d'actéonelles et d'autres gastéropodes.

Enfin, entre Aïn Fasaïl et Turmus Aya, on voit affluer des calcaires à *Hemiaster Fourneli* (1).

§ 4. **Terrains crétacés de la Pérée.** — En face de la Galilée et de la Samarie se trouve, à l'est du Jourdain, la contrée nommée autrefois Pérée et qui est entièrement constituée par les terrains crétacés. Les marnes blanches à silex s'y montrent sur les sommets des montagnes d'Ajloun, du Gilead et du Belkaa ; mais, en beaucoup de points, on voit affleurer des couches plus anciennes que celles que nous venons de suivre dans les collines de la Galilée et de la Samarie.

Nous avons vu, en effet, dans le chapitre précédent, que les grès de Nubie affleurent de temps en temps au pied de cette chaîne orientale ; il n'est donc pas surprenant d'y rencontrer les couches cénomaniennes inférieures, dont ils sont généralement partout coiffés.

Entre Suf et Jerash, à une journée et demie de marche du lac Tibériade, on marche sur des marnes d'un blanc jaunâtre qui renferment, en grande abondance, des *Hemiaster Orbignianus* (2), associés à l'*Ostrea flabellata,* à une *Janire,* à un *Cardium* très-voisin du *Cardium sulciferum* (3), à un autre *Cardium* très-voisin du *C. hillanum,* à une *Venus* que nous retrouverons à Kerak et à une petite pholadomye très-délicatement ornementée que nous nommons *Pholadomya Vignesi* et qu'on trouve également au waddy Mojib. Ces marnes à *Hemiaster* de Suf sont remplies de foraminifères microscopiques (textilaires, etc...) dont les loges sont en partie remplies d'oxyde de fer comme à Kerak.

On rencontre encore l'*Ostrea flabellata* au nord de Suf, dans un calcaire compacte et rosé qui renferme également un *Pecten* de grande taille, et près de ce même point, on voit affleurer des calcaires à plicatules (*Plicatula Reynesi*).

Il y a, dans cette région, un léger relèvement des couches crétacées qui coïncide avec l'élévation des montagnes d'Adjloun et du Gilead et se trahit, sur les bords du Ghôr, par l'apparition des grès de Nubie.

A Rajib, un peu au-dessus des grès, affleurent des calcaires renfermant de nombreuses térébratules qui paraissent se rapporter à la *Terebratula Nicaisei,* d'Algérie ; on y trouve, avec ce fossile, l'*Ostrea flabellata,* une autre huître voisine de l'*Ostrea Senaci,* l'*Ostrea Mer-*

(1) Même remarque que précédemment à propos de ce fossile dont l'attribution spécifique n'est pas encore parfaitement établie.

(2) M. Péron nous a montré récemment de jeunes exemplaires de l'*Hemiaster Batnensis,* d'Algérie, qui se rapprochent singulièrement de ce fossile. Il a recueilli à Batna des oursins qui paraissent identiques aux nôtres et qu'il se propose de décrire avec M. Gautier sous le nom d'*Hemiaster Chauveneti.*

(3) Ce cardium, nommé *Cardium crebriechinatum* par Conrad, se rapporte probablement au *Cardium sulciferum* qui, en Algérie, est associé également à l'*Hemiaster Batnensis.*

*meti*, des moules de Ptérodontes qui semblent se rapporter au *Pterodonta elongata*. Les mêmes moules de *Venus* qu'à Kerak et qu'à Suf; enfin, des moules de grand *Cardium*.

A une journée de marche au sud de ce point, au débouché du waddy Nimrin dans le Ghôr, on rencontre des calcaires à exogyres et à plicatules qui plongent à l'ouest, et, en marchant vers l'orient, on ne tarde pas à voir apparaître les grès de Nubie surmontés de couches marneuses, au waddy Jeriah.

Le massif qui sépare ce vallon du waddy Sir, près duquel se trouvent les ruines intéressantes d'Arak el Émir, est composé de calcaires et de marnes faiblement ondulés et inclinés comme précédemment. Près du faîte de ce massif, on trouve des marnes et des calcaires jaunes pétris de plicatules (*Plicatula Reynesi?*) et renfermant l'*Ostrea Delettrei*, ainsi que de nombreux foraminifères microscopiques.

Près de là se montrent des calcaires contenant la *Corbis rotundata*.

Plus bas, dans les carrières qui ont fourni les gigantesques matériaux du château d'Arak el Émir, on voit affleurer des couches d'un beau calcaire blanc cristallin superposées à des assises de calcaire compacte à nérinées et à exogyres.

Du waddy Sir au waddy el Bahat, on traverse de nouveau un massif marno-calcaire contenant l'*Ostrea Mermeti*, et l'on retrouve de nouveau les grès au fond du waddy Esteh qui paraît couler le long d'une petite faille. *Voir* Pl. VI, *fig*. 13, la coupe brisée des terrains crétacés allant du Ghor, près de Nimrin, à El Al (el Eale) et revenant de ce point au Ghor, près de la mer Morte, par le mont Nebo et Aïn Musa, dont voici la légende :

*a* Calcaire à plicatules et Exogyres.
*b* Calcaire à plicatules et à *O. Delettrei*.
*c* Calcaire cristallin et calcaire à Nérinées.
*d* Calcaire à *O. Mermeti*.
*e* Calcaire tabulaire à silex.
*f* Marne à *O. flabellata*.
*g* Marne à *O. Mermeti* et à Oursins.
*s*, *s'*, *s''* Calcaires avec nodules de silex rouges à la surface.

Du waddy Esteh au waddy Naur, les couches semblent se relever légèrement en sens inverse. Les masses supérieures des calcaires renferment, comme dans les massifs précédents, des nodules de silex rougis à leur surface par des oxydes ferrugineux.

Le fond du waddy Naur est creusé dans des marnes et des calcaires en bancs minces et se trouve à 250 mètres d'altitude au-dessus des marbres à nérinées d'Arak el Émir.

En faisant l'ascension des massifs montagneux au sommet desquels se trouvent les ruines considérables d'el Al (el Eale) et d'Hesban (Hesebon) qui sont à une altitude de plus de 900 mètres, on traverse toujours des alternances de calcaires et de marnes en lits minces, blanchâtres, très-faiblement ondulées et contenant à leur partie supérieure de nombreux lits de silex. Ces couches, bien qu'assez cohérentes, doivent constituer l'équivalent des

marnes blanches à silex dont nous avons parlé en décrivant les couches situées à l'ouest du Jourdain et que nous retrouverons constamment à ce même niveau géognostique sur les bords de la mer Morte.

Hesban est à peu près sur le parallèle qui passe par l'embouchure du Jourdain et de Jérusalem, et auquel nous nous sommes arrêtés dans l'étude des masses crétacées qui bordent à l'occident la vallée de ce fleuve.

Entre ces hauts plateaux de l'Ammonitide et la mer Morte se trouvent des montagnes d'une moindre altitude, telles que le jebel Musa (mont Nebo), d'où Moïse put jouir avant de mourir de la vue de la terre promise. On découvre, en effet, de cette hauteur, la mer Morte, la plaine du Jourdain et la chaîne de Juda. Ces montagnes portent le nom de monts Abarims.

Au haut du mont Nebo, qui n'a plus que l'altitude de 714 mètres (1,107 mètres au-dessus de la mer Morte), est une petite chapelle ruinée par les tremblements de terre et dont les fondations sont assises sur des marnes jaunâtres à *Ostrea flabellata.*

En descendant du mont Nebo vers le waddy Hesban et le Ghôr, on traverse un ravin, le waddy Musa, dont le nom évoque encore le souvenir de Moïse. Il en est de même de celui d'une maigre cascade Aïn Musa, qui tombe au fond du waddy et contribue à faire de ce site l'un des plus pittoresques et des plus agréables de la contrée (1). C'est ce qui fait choisir ce point par les Arabes comme siége de leur campement dans leurs excursions habituelles. Pour le géologue, l'intérêt de cette gorge est plus que doublé par la richesse en fossiles des assises crétacées au milieu desquelles elle a été creusée et dont la coupe représentée par la *fig.* 2 de la Pl. V, indique la superposition. Voir à la Pl. V, *fig.* 13, la coupe des marnes et calcaires crétacés dans le ravin d'Aïn Musa, au pied du mont Nebo (Ammonitide), dont voici la légende :

*a* Calcaires en bancs minces avec lits de silex.
*b* Marnes à exogyres.
*c* Marnes jaunes en lits très-minces.
*d* Calcaire gris jaunâtre à *Ostrea flabellata, Cyphosoma Delamarrei.*
*e* Calcaire gris, compacte, avec nombreux débris de rudistes.
*f* Calcaire compacte gris à turritelles, natices gastéropodes de grande taille, *Pecten, Holectypus excisus, Janira tricostata,* Coq.
*g* Calcaire subcristallin, blanc, un peu magnésien.
*h* Calcaire dolomitique avec nombreuses empreintes d'*Ammonites.*
*i* Marnes grises et jaunes à *Ostrea flabellata, Luynesi, Mermeti; Mermeti,* var., *sulcata, Holectypus serialis, Hemiaster Fourneli* (2), *Heterodiadema Libycum.*
*j* Calcaire compacte avec *Cardium Pauli, Combei.*
*k* Marnes blanches.
*l* Calcaire à *Ostrea Mermeti,* var. *major.*
*m* Grès blanc moucheté de brun et grès blanc veiné de rouge.

Sur les hauteurs voisines du mont Nebo, on marche longtemps sur des calcaires en bancs minces qui renferment de nombreux bancs de silex.

(1) Voyez la Pl. 34 de l'Atlas qui accompagne la relation de voyage.

(2) L'*Holectypus serialis* de Syrie pourrait être, d'après M. Péron, l'*H. Cenomanensis* qu'il a retrouvé à Batna avec la même association de fossiles. L'*Hemiaster Fourneli* serait l'*H. Batnensis*, espèce voisine que nous aurions ainsi à Aïn-Musa avec son *facies* algérien.

La route qui conduit à Aïn Musa serpente au milieu des marnes parmi lesquelles on distingue quelques exogyres. Un peu au-dessus du niveau de la petite cascade formée par le maigre filet d'eau d'Aïn Musa, se montrent des marnes jaunes en lits très-minces dans lesquels sont creusés de petits caveaux et d'où sort une source d'eau tiède.

Ces marnes reposent sur des bancs de calcaire jaunâtre, dur, qui fait saillie et produit ainsi la petite cascade dont nous avons parlé (1).

A la partie supérieure, ils renferment le *Cyphosoma Delamarrei* et l'*Ostrea flabellata.*

Dans leurs lits inférieurs, ces calcaires sont remplis de débris de rudistes.

Deux petites grottes superposées ont été creusées de main d'homme dans ces bancs compactes.

Au-dessous de ces couches à rudistes viennent des calcaires gris qui renferment de nombreux fossiles. Ce sont des grands gastéropodes, des turritelles, l'*Holectypus excisus,* un petit *Pecten* et la *Janira tricostata* de M. Coquand (non Bayle) qu'on trouve en Algérie (2).

Ces couches reposent sur un calcaire subcristallin blanc qui surmonte lui-même un calcaire dolomitique cristallin, gris enfumé, sur lequel se voient les empreintes grossières laissées par des *Ammonites.*

Toutes ces assises de calcaires plus ou moins compactes surmontent des marnes jaunâtres qui referment de nombreux fossiles tels que : *Ostrea flabellata, Luynesi, Mermeti, Mermeti* var. *sulcata, Holectypus serialis, Hemiaster Fourneli* (3), *Heterodiadema Libycum,* etc. Les foraminifères microscopiques sont rares dans ces marnes.

Ces couches reposent sur des calcaires gris qui renferment de belles et grandes bivalves ; ce sont notamment les *Cardium Pauli* et *Combei.* Au-dessus viennent des marnes blanchâtres, enfin la série se termine par des calcaires et des marnes à *Ostrea Mermeti* var. *major.*

Près de là se montrent les grès de Nubie, blanchâtres et bigarrés de rouge.

§ 5. **Terrains crétacés de l'Ammonitide et de la Moabitide.** — Nous avons terminé l'étude des montagnes qui bordent de tous côtés la vallée du Jourdain. Nous allons maintenant poursuivre notre marche vers le sud et passer en revue les terrains crétacés qui constituent les chaînes au milieu desquelles se trouve comprise la mer Morte. Au lieu de reprendre la chaîne de Judée au point où nous l'avons laissée, c'est-à-dire aux environs de

(1) Voyez la Pl. 34 déjà citée et notre Pl. V, *fig.* 2.

(2) C'est cette espèce, si commune en Algérie, que nous avons déjà signalée au Ras el Abyad et que nous retrouverons dans la plupart des gisements fossilifères de cet horizon.

(3) Mêmes réserves que précédemment à propos de l'attribution spécifique de l'*Holectypus* et de l'*Hemiaster.*

Jérusalem, nous nous occuperons d'abord des plateaux d'Ammon et de Moab, afin de ne point interrompre la série des observations relatives aux couches inférieures de la craie que nous venons de suivre depuis Suf et Rajib jusqu'à Aïn Musa.

En poursuivant ainsi d'Aïn Musa vers le sud, on rencontre le jebel el Guwajid où se montrent les calcaires en bancs minces avec lits de silex dont nous avons parlé plus haut; puis viennent des calcaires avec petites exogyres; enfin, après avoir passé le district à monuments mégalithiques de Manfoumieh, dont les *dolmens* ont pu être facilement construits au moyen de ces calcaires tabulaires qui fournissent des dalles naturelles faciles à extraire, on marche sur des calcaires à plicatules analogues à ceux d'Arak el Émir. Au-dessous de ces calcaires on trouve des marnes jaunâtres et, après avoir descendu des pentes assez roides, on arrive dans le haut de la vallée du Zerka Maïn qui limite le territoire de la tribu des Adouans.

Cette rivière, ou plutôt ce ruisseau coule sur des alternances de marnes et de calcaires assez fossilifères et dont la succession est particulièrement aisée à étudier, près du campement habituel, en un point où les couches inclinent de 10 degrés environ au sud-ouest.

Voici quelle est la disposition de ces couches :

A la base, ce sont des calcaires marneux avec empreintes de bivalves, puis viennent des marnes blanches à *exogyres, peignes* et *ptérodontes* que surmonte un véritable banc d'exogyres.

Les marnes qui succèdent à ce banc d'huîtres en renferment encore et sont, à leur tour, recouvertes par un calcaire compacte gris à *Ostrea Africana.*

Puis viennent des marnes grises avec bivalves et un calcaire blanchâtre à *Ostrea Africana.* Au-dessus on voit, dans des calcaires gris blanchâtres remplis de plicatules (*Plicatula Reynesi?*) de nombreuses exogyres fossiles : ce sont les *Ostrea Olisiponensis, Delettrei, Africana* var., etc. A ces calcaires et marnes à plicatules, succède une alternance de calcaires marneux à exogyres avec des marnes crayeuses blanches bigarrées de rouge.

A la partie supérieure de cette alternance, les calcaires marneux renferment l'*Ostrea Luynesi,* la *Janira tricostata* de M. Coquand et une *Lima* finement striée.

Après une succession de lits très-minces de calcaire tabulaire, la série se termine supérieurement par des marnes blanches à exogyres qui passent à un calcaire marneux blanchâtre, lequel est surmonté de bancs épais de calcaire dur, d'un gris d'abord clair, puis bleu. — Ces dernières couches forment, sur les bords du Zerka, une petite plate-forme sur laquelle était établi notre campement, comme le montre la coupe représentée par la *fig.* 9 de la Pl. VI.

Voir Pl. VI, *fig.* 9, la coupe des assises cénomaniennes prise dans le lit du waddy Zerka Maïn, dont voici la légende :

*a* Calcaire gris, bleuâtre.
*b* Calcaire gris, clair.
*c* Calcaire marneux, blanchâtre.
*d* Marnes blanches avec quelques exogyres.
*e* Lits minces de calcaire tabulaire.
*f* Marnes blanches bigarrées de rouge avec exogyres et bivalves.
*g* Calcaire marneux gris clair, avec *Ostrea Luynesi*, *Janira tricostata*, Coq., *Lima*, etc.
*h* Marnes crayeuses, blanches, bigarrées de rouge.
*i* Calcaire gris, compacte, avec traces d'exogyres.
*j* Marnes crayeuses, blanches, bigarrées de rouge.
*k* Marnes grises, blanchâtres, avec *Plicatula Reynesi* (?), *Ostrea Olisipinensis*, et nombreux foraminifères microscopiques.
*l* Calcaire gris, blanchâtre, à *Plicatula Reynesi*, *Ostrea Delettrei*, *Africana*, var., etc.
*m* Calcaire blanchâtre à *Ostrea Africana.*
*n* Marnes grises avec bivalves.
*o* Calcaire gris, compacte, avec *Plicatula Reynesi*, *Ostrea Delettrei*, *Africana*, var., et nombreux foraminifères microscopiques dont les loges sont en partie remplies d'oxyde de fer.
*p* Marnes à exogyres.
*q* Banc d'exogyres.
*r* Marnes blanchâtres avec exogyres et ptérodontes (*P. elongata?*).
*s* Calcaires marneux avec empreintes de petites bivalves (*Lucina*, *Cardium*, etc.)

On peut compléter un peu cette coupe par celle d'une colline située au sud-ouest et dans laquelle affleurent des couches supérieures au calcaire gris bleuâtre et compacte, terme le plus élevé de notre coupe du Zerka Maïn. Les assises sont, en ce point, à peu près horizontales; elles débutent par des calcaires bleus, sans doute un peu magnésiens. Des calcaires tabulaires les recouvrent et sont à leur tour surmontés par des couches assez puissantes de marnes blanchâtres qui renferment des moules de bivalves et une *Pholadomye* que nous retrouverons au waddy Mojib et que nous avions d'abord rapportée avec doute à la *Ph. Molli*, mais qui constitue, sous le nom de *Pholadomya Luynesi*, une espèce distincte également représentée en Algérie, où elle est associée à l'*Hemiaster Fourneli*, et à l'*Holectypus serialis.* Ces marnes supportent enfin des calcaires.

Du côté opposé du campement, c'est-à-dire en amont de la vallée et près des sources qui alimentent le ruisseau, on trouve des couches qui, d'après le sens du plongement général des assises comprises dans la coupe du Zerka Maïn, devraient leur être inférieures.

Ce sont des calcaires et des marnes à plicatules qui renferment la même variété d'*Ostrea Africana* que l'on trouve près du campement, dans la coupe que nous avons indiquée plus haut. Cette variété s'accentue encore davantage aux sources du Zerka et, sans la valve supérieure, on la confondrait aisément avec l'*Ostrea Delettrei,* à cause de l'espacement des lames d'accroissement de sa valve inférieure; quelques exemplaires prennent même une forme trapézoïdale que nous n'avons vue qu'en ce point. On trouve encore, dans cette localité, l'*Ostrea Luynesi*, *Cardium hillanum* (?) et les mêmes *Venus* qu'à Kerak...

Au sud-ouest des trois gisements fossilifères dont nous venons de parler, et en continuant à descendre la vallée du Zerka Maïn, on arrive au bas des coulées basaltiques qui paraissent s'être épanchées de la hauteur d'el Hammé.

En montant vers ce point, on traverse des marnes crayeuses jaunes dont le niveau doit

être supérieur à celui des couches que nous venons de décrire. Ces marnes jaunes sont surmontées de calcaires marneux avec silex. Sur ceux-ci, reposent des marnes blanches qui viennent enfin recouvrir de nouveaux calcaires marneux avec bancs de silex.

On a évidemment affaire ici au système supérieur de la craie du Liban, de la Galilée et du Belkaa.

Les déjections volcaniques recouvrent ces couches près d'el Hammé. En montant de ce point au jebel Attarus, l'un des sommets les plus élevés du pays, on trouve cette montagne composée de calcaires et de marnes, en bancs minces, entremêlés de lits de silex.

Cette formation a ici une grande puissance, et comme les terrains crétacés de ce pays n'ont guère subi de déplacement que dans le sens vertical, depuis qu'ils se sont déposés, il s'ensuit que ces calcaires tendres à silex, qui représentent les dépôts les plus récents, occupent généralement les sommets des plateaux et des montagnes.

Mais si leur position ne laisse pas de doute, leur âge est plus difficile à préciser.

Nous avons déjà vu, en effet, combien il était difficile de séparer, dans la Samarie, les calcaires nummulitiques des calcaires crétacés qui les supportent et passent à eux d'une façon insensible. Si la présence des *nummulites* nous a permis, dans certains cas, de restituer au terrain tertiaire ce qui lui revenait de droit dans cette puissante série de marnes et de calcaires blanchâtres, en leur absence, il nous a été impossible de séparer les deux terrains que les caractères stratigraphiques et lithologiques ne peuvent faire distinguer l'un de l'autre.

Il faut ajouter à cela qu'on n'avait point trouvé jusqu'ici de fossiles dans cette longue succession de calcaires tendres à silex.

Nous avons eu la bonne fortune d'en découvrir en plusieurs points de la Moabitide et de l'Idumée, et c'est au jebel Attarus que nous avons trouvé les premiers. Mais ces fossiles, malgré leur bonne conservation, offrent des formes si peu caractéristiques et si ambiguës qu'ils ne nous sont point jusqu'à présent d'un grand secours pour la délimitation des terrains crétacés et des terrains tertiaires. En effet, bien que le *facies* général de cette faune rappelle plutôt les terrains tertiaires, les espèces qui la composent n'ont aucun représentant dans ces terrains, tandis qu'on y rencontre une *Leda* qui paraît se retrouver dans les terrains crétacés de la Judée. Ceci joint à la présence de fossiles crétacés à la base de cette formation calcaréo-siliceuse, à la continuité apparente des phénomènes de la sédimentation depuis l'époque de la craie moyenne, à l'absence de nummulites dans les couches qui renferment ces fossiles, toutes ces raisons nous empêchent de séparer, quant à présent, de la craie, ces calcaires à silex superposés à la craie moyenne et inférieurs aux calcaires

nummulitiques. Ils pourraient, bien que cela soit très-douteux, correspondre à la craie supérieure et offrir avec les terrains cénomaniens et tertiaires qui les comprennent, des passages plus ménagés qu'en Europe, ce qui nous expliquerait pourquoi il est si difficile, en l'absence de fossiles caractéristiques, de délimiter nettement dans ces contrées les domaines des terrains tertiaires et secondaires.

Nous avons dit que c'était au jebel Attarus que nous avons trouvé les premiers représentants de cette faune supérieure si intéressante. C'est à la surface des bancs de silex intercalés aux calcaires crayeux que se voient ces fossiles; ce sont des turritelles caractérisées par l'existence de deux carènes qui ornent en son milieu chaque tour de spire, dans le sens de l'enroulement, et dont nous croyons devoir faire une espèce nouvelle, la *Turritella Seetzeni* (1).

On y trouve aussi une autre turritelle assez voisine, pour la forme, de la *Turritella Adullam* décrite par M. Fraas (2) comme ayant été trouvée entre Mar Saba et Bethléhem, une petite scalaire délicatement ornée, une arche, des empreintes d'autres bivalves, etc...

Parmi ces lits de silex, il en est de bréchoïdes qui sont d'un assez bel effet.

Entre le jebel Attarus et la mer Morte, les calcaires, en bancs minces, occupent de nouveau les sommets des plateaux et l'on en a tiré, aux environs de Mkaour (Machérontes), les petites dalles qu'on trouve dressées et alignées daus tous les sens comme si elles avaient servi autrefois de limite à des champs cultivés ou à des vignes dont on ne retrouve plus de trace aujourd'hui dans cette contrée devenue stérile et déserte.

De Mkaour la vue s'étend jusqu'à la mer Morte et l'on aperçoit au premier plan, au-dessous de l'emplacement de la ville romaine qui est à 726 mètres d'altitude (1.118 mètres au-dessus de la mer Morte), des collines coniques de craie blanche qu'accidentent des lits de silex qui se détachent en noir sur elles (3). Ces silex renferment les mêmes turritelles qu'au jebel Attarus, ainsi que des scalaires dont les tours sont ornés de côtes transversales et de stries longitudinales. Ces divers fossiles sont transformés en silice et se trouvent au milieu d'un silex tendre, blanc, terreux, qui recouvre le silex ordinaire d'une couche peu épaisse et laisse saillir les fossiles dont la conservation est en grande partie due à cette circonstance.

(1) La *Turritella Seetzeni* ressemble à la *Turrilella uniangularis* de Lamk., var A. de Al. Rouault (*Mém. Soc. géol.*, 2e série, t. III, Pl. XV, *fig.* 19), et qui vient des terrains nummulitiques de Pau; mais elle s'en distingue par sa forme plus allongée. Voyez Pl. XII, *fig.* 15, 16.

(2) *Aus dem Orient*, Pl. I, *fig.* 5.

(3) Voyez la Pl. XXXVI de l'atlas qui accompagne la *Relation de voyage* du duc de Luynes, t. I.

Tous ces hauts plateaux sont occupés par des calcaires tendres avec bancs de silex.

En poursuivant encore vers le sud, on descend, par des pentes assez raides, à travers des calcaires plus ou moins compactes jusqu'à la vallée du waddy Haïdan qui coule au milieu des assises cénomaniennes. Le lit du waddy Haïdan est à 130 mètres d'altitude; Mkaour, à 726 mètres et le jebel Attarus a une élévation encore plus grande; on est donc descendu de plus de 600 mètres, et comme la stratification générale de ces dépôts est à peu près horizontale, on serait tenté d'évaluer à 500 mètres l'épaisseur des couches qui séparent les silex à turritelles du jebel Attarus des calcaires dolomitiques du waddy Haïdan.

Ces derniers, qui plongent très-faiblement au sud-est, sont surmontés de calcaires tabulaires jaunâtres. Au-dessus, viennent des marnes blanchâtres à exogyres, vénus et autres fossiles qu'on rencontre habituellement dans les marnes cénomaniennes (*Ostrea Luynesi*, *Africana* var., *Cardium Hillanum* (?), *Venus*, etc.). Ce sont ces marnes qui, sur les bords du waddy Zerka Maïn, affleuraient à un niveau plus élevé de 300 mètres environ à cause d'une faibles inclinaison des couches, vers le sud-est.

Au-dessus des calcaires marneux à exogyres, on trouve un banc qui renferme quelques silex rouges à leur surface et que surmonte un calcaire marneux jaunâtre avec ptérodontes (*P. elongata*) et d'autres gastéropodes. La disposition de ces diverses assises est indiquée dans la *coupe des assises cénomaniennes du waddy Haïdan*. Pl. V, *fig.* 5, dont voici la légende:

β Basalte.
*a* Calcaire marneux gris à *Pterodonta elongata*.
*b* Calcaire marneux, blanchâtre, à *Ostrea Luynesi*, *Africana*, var, *Cardium hillanum* (?), *Venus*, etc.
*c* Calcaire tabulaire jaunâtre.
*d* Calcaire gris, dolomitique, cristallin.
*e* Calcaire gris compacte.

De nouveaux plateaux calcaires séparent le waddy Haïdan du waddy Mojib. Ils constituent le jebel Houra que recouvre une nappe de basalte et dont les flancs laissent voir à nu une série d'assises dont la stratification, à peu près horizontale, s'accuse de loin avec beaucoup de netteté.

C'est ce que représente la vue insérée dans la Pl. V, *fig.* 1, et qui nous montre l'ensemble des couches crétacées, depuis les bancs à exogyres que nous avons vus au waddy Zerka Maïn, jusqu'aux marnes à silex dont nous étudierons plus loin les divers lits. Cette *vue des couches crétacées du jebel Houra, et de la coulée basaltique du waddy Haïdan* est expliquée par la légende qui suit :

β Basalte.
*a* Marnes blanches à silex.
*b* Calcaires.
*c* Marnes jaunâtres.
*d* Calcaire gris.
*e* Calcaire tabulaire à *Ammonites Luynesi* et marnes jaunes à *Ostrea Mermeti,* var. *minor*, *O. Vesicularis,* Var. *Judaïca.*
Marnes bigarrées de rouge et marnes avec gypse.
Marnes jaunes à ptérodontes.
Marnes blanches à exogyres.
*f* Calcaire à exogyres.
*g* Grès de Nubie.

On trouve dans les bancs à exogyres l'*Ostrea Luynesi,* l'*Ostrea Africana* (la variété du waddy Zerka Maïn), ainsi qu'une huître qui ressemble beaucoup à l'*Ostrea columba* et qui se trouve ornée des mêmes bandes colorées que cette dernière espèce.

Une nouvelle élévation sépare le waddy Haïdan de la vallée profonde du waddy Mojib dont le fond, situé à 100 mètres au-dessous du niveau de l'Océan, est creusé dans les grès de Nubie qui commençaient déjà à affleurer au waddy Haïdan. Après avoir franchi ce col, la descente vers le waddy Mojib s'effectue au milieu de la série inférieure des assises dont la coupe précédente montre la succession.

Au fond du waddy, se trouvent les grès de Nubie, jaunes et rouges dans le bas, blancs à la partie supérieure. Une couche mince d'argile verte à laquelle s'arrêtent les infiltrations salifères, sépare cette formation arénacée des dépôts cénomaniens superposés dont elle constitue la première assise.

Au-dessus viennent des calcaires jaunâtres renfermant, à certains niveaux, des nodules de calcaires spathiques. Ces calcaires renferment l'*Ostrea flabellata,* l'*Ostrea Africana,* la *Janira tricostata* Coq., le *Pterodonta elongata,* des *Pecten, Turritella* et des oursins tels que l'*Heterodiadema Libycum,* l'*Holectypus Larteti,* le *Gonyopigus Brossardi,* etc.

Ces calcaires sont recouverts par des calcaires jaunes à ptérodontes et par des marnes blanchâtres à exogyres, puis vient un calcaire marneux avec bivalves et gastéropodes auquel succèdent des marnes grises renfermant l'*Hemiaster Fourneli* (1), l'*Ostrea Olisiponensis, Mermeti* var., *carinata,* la *Plicatula Reynesi.* La *Pholadomya Vignesi* et des moules de *vénus* qui existent à Rajib, au waddy Haïdan, etc. Ces marnes paraissent correspondre à celles d'Aïn Musa et, comme ces dernières, elles ne renferment que très-peu de foraminifères microscopiques.

Au-dessus de ces marnes à *Hemiaster* vient un calcaire jaunâtre assez tendre, dans lequel on observe au microscope la présence de très-nombreux rhomboèdres de chaux spathique et quelques foraminifères. Ce calcaire renferme l'*Ostrea Mermeti* var., *minor* et de petits individus de l'*Ostrea vesicularis,* var. *Judaïca.* Il supporte une alternance

(1) Ou *Batnensis.* — Voir les remarques précédentes à ce sujet et la description de l'espèce au chapitre suivant.

de marnes crayeuses jaunes et rouges avec des calcaires jaune nankin qui contiennent l'*Ammonites Luynesi* commune au waddy Haïdan.

Un calcaire compacte, probablement dolomitique, surmonte le tout et, à son tour, est recouvert par des marnes à pholadomye (*Ph. Luynesi?*) et quelques autres bivalves. Enfin, cette série se termine par des calcaires dans lesquels on remarque la présence de silex rougis à l'extérieur par des oxydes ferrugineux, comme ceux que nous avons déjà signalés dans le Belkaa.

On aperçoit ensuite, à l'est, des couches de marnes jaunes supportant des calcaires crayeux blanchâtres avec bancs de silex qui complètent la série que nous avons déjà relevée au jebel Houra et sont coiffés de la même nappe basaltique qui couvre ce dernier plateau, ainsi que le montre la *coupe transversale de la vallée du waddy Mojib*, insérée Pl. V, *fig.* 6, et dont voici la légende explicative :

*a* Calcaire à silex rouges à la surface.
*b* Marnes à *Pholadomya Luynesi.*
*c* Calcaires gris compactes.
*d* Alternances de marnes crayeuses, jaunes et rouges, avec des calcaires tabulaires jaune nankin à *Ammonites Luynesi.*
*e* Calcaire tendre à *Ostrea Mermeti,* var., *minor, O. vesicularis,* var., *Judaïca.*
*f* Marnes grises à *Hemiaster Fourneli, Ostrea Olisiponensis, Mermeti,* var. *carinata*, *Plicatula Reynesi, Pholadomya, Venus.*
*g* Calcaire marneux avec bivalves et gastéropodes.
*i* Calcaires jaunes à Pterodontes et autres gastéropodes.
*j* Calcaires à *O. flabellata, Africana,* var., *Gonyopigus Brossardi, Holectypus Larteti, Heterodiadema Libycum Pterodonta elongata* et nodules de spath calcaire.
*k* Marne verte salifère.
*l* Grès blanc.
*m* Grès rouge.
β Basalte.
θ Tufs d'incrustation.

De l'autre côté du waddy Mojib, c'est la même succession.

Des éboulements et des dépôts d'incrustations masquent les assises inférieures, mais bientôt on voit affleurer les calcaires à *Ostrea Africana,* puis les marnes à *Hemiaster*; enfin, au-dessus des assises que nous venons de passer en revue, sur la droite de ce cours d'eau, viennent les marnes jaunes et les marnes crayeuses blanches avec bancs de silex dont l'ascension du jebel Schihan nous a permis de faire l'étude détaillée.

Nous avons vu que les calcaires à silex du jebel Attarus devaient être plus élevés d'au moins 600 mètres que les calcaires à plicatules du waddy Zerka Maïn qui ne sont pas, comme on vient de le voir, les couches les plus inférieures des terrains crétacés ; ici nous trouvons que le jebel Schihan atteint 948 mètres au-dessus du lit du waddy Mojib.

En défalquant de ce chiffre l'épaisseur des grès de Nubie qui ont environ 40 mètres d'élévation au-dessus du waddy Mojib et celle de la nappe de basalte qui couvre le sommet de la montagne, on voit qu'il resterait encore plus de 800 mètres pour la puissance totale du terrain crétacé depuis les calcaires cénomaniens à *Heterodiadema Libycum* jusqu'aux marnes crayeuses blanchâtres avec bancs de silex subordonnés, en

admettant que ces dernières assises fassent partie de la craie, et en admettant également que les évaluations tirées de l'observation barométrique soient exactes.

On peut d'ailleurs voir la succession de ces couches supérieures à silex, dans la *coupe des marnes blanches à silex qui couronnent le jebel Shihan* (Moabitide), Pl. V, *fig.* 4, que nous complétons par la légende suivante :

*a* Basalte.
*b* Marne blanche à silex.
*c* Marnes crayeuses, blanchâtres, pétries de débris de poissons et de *foraminifères* microscopiques.
*d* Calcaire grossier rempli de débris d'huîtres.
*e* Calcaire compacte avec silex pyromaque noir.
*f* Calcaire compacte avec bancs de silex brèchoïdes à petits éléments.
*g* Calcaire compacte avec silex noir.
*h* Calcaire crayeux blanc.
*i* Calcaire tabulaire.
*j* Banc de silex, silex gris esquilleux.
*k* Calcaire avec débris de baguettes d'oursins.
*l* Calcaire avec nodules de silex.
*l'* Banc de silex brèchoïde.
*m* Calcaire coquillier (lumachelle).
*n* Silex gris avec nombreux fossiles (*turitelles, natices, scalaires, Leda*).
*o* Marnes crayeuses blanches, bigarrées de rouge.
*n'* Silex avec natices, turritelles, ringicules? scalaires.
*o'* Marnes crayeuses blanchâtres.
*p* Calcaire à silex.
*q* Silex gris recouvert de quartz pyramidé.
*r* Alternance de calcaire et de silex, dont quelques bancs sont fossilifères.
*r'* Calcaire gris avec fossiles.
*o'''* Marne crayeuse.
*s* Silex brèchoïde à gros éléments.
*t* Banc de silice grenue.
*u* Gros banc de silex.
*v* Calcaire crayeux, blanc, légèrement rosé et jaunâtre, contenant de nombreux foraminifères microscopiques.
*x* Marnes crayeuses jaunâtres.
*y* Calcaire jaune avec *Ostrea, Lima, Cardium* (*C. hillanum?*) *Plicatula Flattersi* (?), une Ammonite et de nombreux *Hemiaster Luynesi.*
*z* Calcaire blanchâtre en lits minces.

Ainsi, au-dessus des couches cénomaniennes dont nous avons étudié la succession détaillée dans les escarpements de la rive droite du waddy Mojib et dans les coupes précédentes d'Aïn Musa, du Zerka Maïn, du waddy Haïdan et du jebel Houra, viennent des calcaires jaunes avec moules de bivalves recouverts par des calcaires blanchâtres en lits minces, puis un calcaire jaunâtre plein de foraminifères microscopiques et donnant à profusion des *Hemiaster Luynesi,* ainsi qu'une grande espèce de *plicatule* qui ne se rapproche que de la *Plicatula Flattersi* Coq., qu'on rencontre dans la craie supérieure (santonien) d'Algérie. Une *ammonite* dont je n'ai malheureusement que des fragments insuffisants pour permettre de la caractériser spécifiquement, un *Cardium* du groupe du *Cardium hillanum,* une huître voisine de l'*Ostrea semi-plana*, de la craie de Meudon et quelques autres coquilles bivalves complètent cette faune qui, assurément, est crétacée, mais qui doit correspondre à un horizon plus élevé que l'étage cénomanien.

Ce calcaire est recouvert de marnes crayeuses jaunâtres que surmontent des calcaires crayeux blanchâtres, identiques au point de vue de leurs caractères minéralogiques, à ceux de Kalwet, dans l'Anti-Liban, lesquels renferment, ainsi que nous l'avons vu, des inocérames, des baculites, des ammonites, etc.

Les foraminifères microscopiques qui foisonnent dans les deux calcaires semblent justifier ces deux rapprochements.

C'est au-dessus de ces calcaires crayeux tendres, que commencent les alternances de craie et de bancs siliceux.

Le premier lit de silex est aussi le plus épais; c'est peut-être le même horizon que celui du gros banc siliceux dont nous avons déja fait mention dans la Samarie et que nous aurons occasion de retrouver dans la Judée. Parmi les bancs qui lui succèdent, on trouve de beaux silex bréchoïdes presque identiques à ceux du jebel Attarus et des silex fossilifères qui paraissent correspondre à un niveau différent de ceux du jebel Attarus et Mkaour, à en juger au moins par les espèces que nous y avons recueillies. En effet, on n'y trouve plus les petites turritelles avec des tours de spire ornés de deux carènes, qui abondent dans les silex de ces dernières localités; ici ce sont encore des turritelles, mais de grande taille et munies d'une forte et unique carène à chaque tour (*Turritella Reyi*). Avec cette belle espèce se trouve une Léda qui paraît être la même que celle décrite par Conrad sous le nom de *Leda perdita* et que nous retrouverons dans la Judée; une *ringicule*, des *natices*, des *scalaires* délicatement ornées (*Scalaria Goryi*), des *rostellaires*, des *dentales*, de petites *corbules*, des *vénus* couvertes de côtes élégantes, etc., et de nombreux foraminifères microscopiques.

Enfin, à la partie supérieure de ce système d'alternances de craie et de silex, se trouve un banc de calcaire crayeux dont les lits sont entièrement couverts de débris de poissons et qui pourrait bien correspondre à l'un des horizons fossilifères à ichtyolites du Liban. Il paraît renfermer les mêmes foraminifères microscopiques qui se trouvent répandus en si grande abondance dans toute cette série d'assises.

Au sud-est du jebel Schihan, près des ruines de Figou, on aperçoit encore ces marnes crayeuses à silex, et cette formation occupe le sommet du grand plateau sur lequel se retrouvent les ruines du Rabbath-Moab, entre Schihan et Kerak.

Lorsqu'on descend de ce haut plateau vers ce dernier point, on rencontre au-dessous des alternances de craie et de bancs siliceux, des couches de craie blanches remplies de foraminifères miscroscopiques à la partie inférieure desquelles se trouve l'*Ammonites Texanus* (1), Rœm. de la craie du Texas, l'*Hemiaster Vignesi* (?) (2), des empreintes de bivalves et quelques écailles de poissons.

L'ammonite est transformée en silex.

(1) M. Fraas regarde cette espèce comme se rapportant à l'*Amm. Lyelli*. C'est sous ce nom qu'il l'indique dans le même horizon à Jérusalem.

(2) L'étiquette de ce fossile ayant été égarée, c'est d'après nos souvenirs seuls que nous faisons mention de ce fossile, en ce point.

Le calcaire crayeux blanchâtre dans lequel on trouve ces fossiles est assez semblable à ceux de Kalwet et de Schihan.

A la base de ces couches de craie et au fond du ravin qui sépare le plateau de Moab de l'éminence isolée qui supporte le château de Kerak (Kir Moab), on rencontre quelques rares nodules de silex d'un gris bleuâtre.

En montant du fond de ce ravin vers Kerak, on traverse en sens inverse la même série et l'on arrive à des bancs de silex bréchoïdes, rosés, avec nombreuses traces de bivalves.

Au-dessus viennent des alternances de calcaires avec des silex et l'on trouve dans ces couches une grande bivalve de la taille et de la forme générale de l'*Ostrea Villei* Coq., mais dont nous n'avons pu déterminer exactement ni l'espèce, ni même le genre (1).

Des calcaires et des marnes d'un grès blanchâtre terminent cette série et supportent l'ancienne forteresse des croisés.

De Kerak à la mer Morte, on voit affleurer les couches cénomaniennes, inférieures à cette série de marnes blanches à silex. Ce sont des calcaires jaunâtres où l'on trouve en grand nombre des fossiles tels que : *Ostrea Africana, Olisiponensis, flabellata, Hemiaster Fourneli* (ou *Batnensis*), *Cardium hillanum* (?), et plusieurs espèces de *vénus*, ainsi qu'un assez grand nombre de foraminifères microscopiques dont les loges sont en partie remplies d'oxyde de fer.

Ces calcaires et les marnes qui leur sont associées affleurent souvent sur le chemin de Kerak à la mer Morte et notamment près d'Aïn Ersit où ces couches renferment en abondance l'*Hemiaster Fourneli* et l'*Ostrea Africana* dont de nombreux exemplaires reproduisent les variétés principales.

On aperçoit, au-dessus de ces couches, les marnes blanches à silex qui se poursuivent sans doute fort loin, au sud, dans l'Arabie, où elles ont été signalées sur plusieurs points.

La disposition générale de ces assises est indiquée par la *coupe brisée allant du waddy Mojib à Kerak et de Kerak à la mer Morte.* (Pl. VI. *fig.* 8). Voici la légende de cette coupe :

*a* Marnes et calcaires crayeux blancs à silex.
*b* Couches calcaires et marneuses cénomaniennes.
*c* Grès de Nubie.
*d* Alluvions anciennes.
*e* Marnes gypseuses et salifères (anciens dépôts de la mer Morte).
$\beta$ Basalte.
$\mu$ Mimosite décomposée.

Ainsi se termine cette succession de hauts plateaux crétacés qui borde le littoral

(1) Nous avons trouvé également ce curieux fossile, à l'état roulé, dans les poudingues du mont Hor. L'*Ostrea Villei* se trouve en Égypte; il n'y aurait donc rien d'extraordinaire à ce qu'on la trouvât aussi à Kerak.

oriental de la mer Morte et sur lesquels on ne possédait jusqu'ici aucun renseignement précis, tant au point de vue géologique, qu'au point de vue géographique même.

Avant d'en poursuivre la continuation vers le sud, dans l'Arabie Pétrée, il nous reste à examiner les terrains crétacés de la rive orientale du lac Asphaltite et à terminer l'étude de la chaîne de Judée que nous avons interrompue à Jérusalem.

§ 6. **Terrains crétacés de la Judée.** — La Judée étant beaucoup plus abordable pour les voyageurs qui visitent en grand nombre, chaque année, les Lieux Saints, que les plateaux déserts habités par les tribus indépendantes qui vivent à l'est du Ghôr, la première de ces régions est bien mieux connue que celle que nous venons d'étudier. Cependant les bords du lac Asphaltite et la portion méridionale de la Judée n'avaient été que fort imparfaitement explorés jusqu'ici.

Russegger regardait la chaîne de Judée comme constituée par une coupole de calcaire jurassique identique à celui du Liban et recouvert, çà et là, de lambeaux épars de craie blanche à silex qui en occupait les points les plus élevés.

Ces calcaires jurassiques étaient, suivant lui, ferrugineux à la base, renfermant des *cidaris* à la partie moyenne, et étaient dolomitiques à la partie supérieure.

Le calcaire cidaritique formerait, d'après ce voyageur, les montagnes du Belkaa et le terrain jurassique supérieur et dolomitique, les montagnes de Jérusalem, de la Samarie et de la Galilée

Nous avons, dans le chapitre précédent, montré comment Russegger avait confondu les couches crétacées à échinodermes avec la série jurassique dont on ne connaît, jusqu'à présent, aucun représentant en Judée. Et d'après ce que nous avons dit de la constitution géognostique du Belkaa, on reconnaîtra aisément, dans les calcaires crétacés à *Cyphosoma*, *Heterodiadema*, *Gonyopigus*, *Holectypus*, etc., les *calcaires cidaritiques* de Russegger et dans les calcaires dolomitiques qui les surmontent, le terrain jurassique supérieur du même auteur.

Nous ne nous attacherons donc pas à relever les erreurs que le géologue autrichien s'est laissé entraîner à commettre par suite de ces confusions.

Il en sera de même d'Anderson que les mauvaises déterminations de M. Conrad ont jeté sur la même voie. C'était pourtant un esprit bien consciencieux et prudent, et si l'on ne peut accepter ses vues d'ensemble, ses observations de détail ne doivent pas être négligées et sont souvent intéressantes.

Dans une note publiée dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, en 1865,

nous avons esquissé la constitution géologique de la Palestine et donné une petite carte géologique de cette région ainsi qu'une coupe de la chaîne de Judée, passant par Jérusalem, qui montrent l'absence des terrains jurassiques et l'importance des terrains crétacés dans cette région. Nous y avions déjà indiqué la succession générale des couches que nous venons de suivre à l'est de la mer Morte et cité les principaux niveaux fossilifères qu'on y rencontre. Dans une autre note nous avons, dans la suite, donné une autre coupe de la portion méridionale de la même chaîne.

M. le professeur Fraas, de Stuttgart, s'étant plus tard rendu en Égypte, au Sinaï et à Jérusalem où il comptait trouver, sur la foi de Russegger, du terrain jurassique, n'a pas tardé à confirmer nos vues sur ce point comme sur beaucoup d'autres. Ce géologue a étudié avec soin les environs facilement abordables de Jérusalem, et il a su compléter ses observations personnelles par l'étude des matériaux recueillis par Roth et quelques-uns de ses compatriotes, précieux documents qui, sans lui, seraient restés peut-être longtemps encore ignorés. Assurément, si le terrain jurassique eût existé près de Jérusalem, comme le dit Russegger, et s'il m'eût par malheur échappé, M. Fraas, *géologue jurassien,* ainsi qu'il le fait remarquer lui-même, n'aurait pas manqué de l'y retrouver.

Nulle part dans la chaîne de Judée, si ce n'est à son extrémité méridionale, près du waddy Fikreh, nous n'avons observé la présence des couches cénomaniennes les plus inférieures à *Heterodiadema Libycum.* Dans les escarpements mêmes qui bordent la mer Morte et sont, à un si bas niveau, l'horizon géognostique le plus inférieur qu'on voit affleurer est celui des calcaires dolomitiques dont nous avons déjà vu la position dans les coupes du Belkaa et de l'Ammonitide et qui prennent, en Judée, un plus grand développement que de l'autre côté du Ghòr.

Ces calcaires se suivent sans interruption le long des falaises, depuis l'extrémité méridionale de la mer Morte jusqu'aux environs de Jéricho, et encore plus haut le long de la vallée du Jourdain jusqu'au waddy Fasaïl.

Ces calcaires passent souvent à une belle dolomie blanchâtre et cristalline.

Au waddy Gumran, non loin de l'extrémité septentrionale du lac, en un point où l'on a cru retrouver les ruines de Gomorrhe, il en est qu'on prendrait aisément pour des calcaires cristallins, n'était leur poids et l'état nacré des petits rhomboèdres de dolomie dont ils sont formés.

En général, la roche est d'un gris foncé comme à Aïn el Feschkah et à Aïn Ghuweir. Parfois on y observe des cavités tapissées de rhomboèdres plus gros et plus parfaits que ceux qui constituent la masse. Cela se voit, par exemple, dans les falaises abruptes d'Aïn

Ghuweir qui sont presque entièrement composées de ces calcaires. Dans cette localité, ils renferment quelques rares et petits nodules de silex gris, et la structure cristalline s'accuse de plus en plus à mesure qu'on s'élève vers la partie supérieure qui est enfin recouverte de marnes blanchâtres. On trouve à Aïn-Ghuweir et à Aïn-Jidy, dans ces calcaires dolomitiques, des traces de fossiles qui paraissent se rapporter à l'*Ostrea Mermeti*, à la *Janira tricostata* Coq. et à l'*Ammonites Mantelli*.

Voyez pour la disposition de ces calcaires dolomitiques, dans la Pl. III, la *vue des falaises occidentales de la mer Morte* près d'Aïn-Ghuweir, la *vue de la portion septentrionale de la mer Morte* et la *vue de la mer Morte de la vallée du Jourdain*, etc., ainsi que les Pl. 28, 29 de l'atlas du duc de Luynes.

Les calcaires dolomitiques sont quelquefois imprégnés de matières bitumineuses qui se présentent comme des taches noires microscopiques remplissant les intervalles des cristaux (Ras Mersed, Sebbeh, waddy Mahawat).

Au waddy Sebbeh, près de Masada, dans le ravin qui côtoie au sud la colline sur laquelle sont les ruines de la forteresse juive, on trouve une dolomie vacuolaire dont les vides assez considérables sont remplis d'asphalte noir et brillant qui, après y avoir sans doute pénétré à l'état liquide, s'y est condensé et solidifié.

Le calcaire dolomitique qui forme les escarpements du haut de la colline, examiné au microscope, montre lui-même des traces de bitume qui remplissent les petits vides et les loges des foraminifères microscopiques qui s'y trouvent.

Parfois les calcaires dolomitiques sont beaucoup plus imprégnés de matières bitumineuses qui les colorent alors en un beau noir, ainsi qu'on le voit au waddy Mahawat, où l'action de la chaleur liquéfie cet asphalte de telle sorte qu'il découle de ces calcaires, forme en tombant des sortes de stalactites noires et imprègne les alluvions anciennes adossées contre ces roches. (*Voir* Pl. III, la *vue du waddy Mahawat,* montrant l'imprégnation par le bitume des calcaires crétacés et des alluvions anciennes.

Les calcaires crétacés sont teintés en jaune, les alluvions en teinte neutre; les parties imprégnées sont indiquées par des hachures brunes.

Sur la plage du waddy Seyal, presque en face de la Liçan, nous avons recueilli un échantillon de calcaire provenant d'un bloc charrié des falaises par les eaux et qui présente un assez grand intérêt. C'est un calcaire subcristallin blanchâtre rempli de cavités qui ne sont autre chose que des moules extérieurs de fossiles (actéonelles, ptérodontes, bivalves) dont les moules intérieurs ont même été souvent conservés.

L'espace correspondant au test du mollusque a toujours disparu et les surfaces des

deux moules interne et externe sont tapissées de quartz pyramidé et de rhomboèdres de dolomie.

Lorsque ces deux substances ont cristallisé dans le même moule, les rhomboèdres de dolomie sont délicatement posés et comme accrochés à l'extrémité des pointements de quartz.

Par conséquent, pour que ces cristaux de dolomies se soient formés ainsi, il a fallu : 1° que la roche fût déposée à l'état solide et que la partie organique du fossile eût complétement disparu ; 2° que le quartz eût cristallisé sur les surfaces des moules de la coquille, après y avoir été apporté en dissolution dans des eaux silicifères ; 3° que des eaux magnésiennes soient venues déposer à leur tour ces rhomboèdres de dolomie. Tous ces phénomènes ne peuvent guère s'expliquer que par l'intervention de sources silicifères et magnésiennes auxquelles il faudrait peut-être attribuer les variations qu'on remarque dans l'importance des bancs siliceux ou dolomitiques, suivant qu'ils sont d'un côté du ghôr ou de l'autre, au nord ou au midi. Ces variations dépendraient du voisinage ou de l'éloignement de ces anciennes sources.

Nous avons dit que les calcaires dolomitiques se suivent le long des falaises occidentales de la mer Morte. Au-dessus viennent des marnes blanchâtres et des calcaires de couleur claire, plus compactes, dont certains bancs sont pétris de deux petites huîtres que nous avons déjà trouvées associées dans les mêmes couches au jebel Houra et au waddy Mojib. Ce sont l'*Ostrea Mermeti* var. *minor*, et de petits exemplaires de l'*Ostrea vesicularis* var. *judaïca* (1). C'est de ce calcaire que sort la source tiède d'Aïn-Jidy (En gaddi), et il est recouvert en ce point par une roche de même nature, mais plus tendre, d'où les huîtres se détachent facilement, et dans laquelle foisonnent les foraminifères microscopiques. A cette roche tendre succède un calcaire crayeux gris, blanchâtre, taché de bandes jaunâtres et traversé dans tous les sens par des veinules de gypse fibreux. Nous n'y avons observé que quelques foraminifères et de rares débris de poissons.

Au-dessus de cette craie viennent des marnes et des calcaires en lits assez minces, à la portée supérieure desquels se trouve un banc d'*Ostrea Olisiponensis* et *flabellata*, ainsi qu'un grand *Cardium*, quelques foraminifères et des rhomboèdres spathiques visibles au

(1) Nous avions pris précédemment cette variété lisse, plissée au crochet et fort petite de l'*Ostrea Mermeti*, pour la petite huître désignée généralement dans les collections sous le nom d'*Ostrea columba minor*, et à laquelle M. Coquand a imposé le nom d'*O. Reaumuri*.

L'autre petite huître nous paraissait être tout naturellement l'*O. vesiculosa*, à laquelle elle ressemble beaucoup au premier abord, et qui se trouve également associée à l'*O. Reaumuri* ou *Columba minor*, en France.

microscope, ainsi que le montre la coupe de la falaise d'Aïn Jidy (Judée), Pl. V, *fig.* 5, dont voici la légende :

*a* Calcaire compacte gris.
*b* Marnes blanchâtres.
*c* Calcaire marneux.
*d* Marnes blanches.
*e* Calcaire marneux blanchâtre.
*f* Marnes à *Ostrea olisiponensis, flabellata* grand *Cardium*, etc., avec un banc d'*O. olisiponensis* à la partie supérieure.
*g* Calcaire et marnes.
*h* Marnes crayeuses bigarrées de jaune et de rouge, avec vésicules de gypse parcourant la masse dans tous les sens, écailles de poissons et quelques foraminifères.
*i* Calcaire gris blanchâtre avec *Ostrea Mermeti*, var., *Minor*, petites *O. vesicularis*, var., *Judaïca*, *Janira æquicostata*, et nombreux foraminifères.
*j* Calcaire compacte avec les mêmes fossiles.
*k* Calcaire dolomitique gris foncé avec quelques silex gris et des empreintes de Janires et d'exogyres.
*A* Dépôts récents de la mer Morte.
*B* Dépôts d'incrustation avec empreintes végétales.
*D* Brèches calcaires.

Ces couches sont recouvertes par des alternances de calcaire marneux blanchâtres et de marnes blanches, et cet escarpement est enfin couronné par un calcaire compacte gris d'une assez grande épaisseur.

On observe la présence de ces calcaires compactes en d'autres points du rivage occidental de la mer Morte, et ils paraissent être dolomitiques sur certains points.

A Sebbeh (Masada), au-dessus de calcaires compactes, légèrement dolomitiques et du côté de la *chaussée de Silva*, on trouve une couche de craie blanchâtre très-riche en foraminifères microscopiques et qui renferme de grands et beaux rhomboèdres de chaux carbonatée spathique; on y rencontre l'*Ostrea canaliculata* et une huître très-voisine de l'*O. vesicularis*, particulièrement de la variété de la craie chloritée et que nous avons déjà mentionnée au waddy Mojib et à Aïn-Jidy, sous le nom d'*O. vesicularis*, var. *Judaïca*. Dans ces deux dernières localités, c'étaient de très-petits exemplaires; à Sebbeh, ces huitres atteignent un grand développement et forment un véritable banc.

Au-dessus des calcaires compactesqui couronnent les falaises d'Aïn el Feschkah et sur le chemin qui conduit de ce point à Nebi-Musa, on retrouve des marnes crayeuses, blanchâtres, friables, semblables aux précédentes et qui contiennent quelques silex gris. Elles sont bientôt recouvertes par un calcaire brun, tendre, grenu, presque entièrement composé d'écailles, d'ossements, de vertèbres et de coprolites de poissons, et de myriades de foraminifères microscopiques. Ce calcaire, véritable *bone-bed*, renferme encore la même variété d'*Ostrea vesicularis* de Masada, mais de taille un peu moins grande.

Au-dessus de cette couche qui paraît parfois un peu imprégnée de substances bitumineuses, viennent les calcaires asphaltiques de Nebi-Musa où l'on voit des empreintes nombreuses de petits peignes, des baguettes très-petites d'oursins, de débris de petites huîtres qui rappellent les vulselles des calcaires bitumineux de Hasbeya, des sections de

têts d'inocérames, des écailles de poissons cténoïdes (*Berix*) et de très-nombreux foraminifères microscopiques.

Ces calcaires, fortement imprégnés de bitume, sont d'un beau noir à la cassure, et d'un gris cendré sur les surfaces exposées au soleil dont la chaleur volatilise le bitume. Ils exhalent une odeur aromatique. Cette roche est connue des Arabes qui s'en servent pour entretenir leurs feux de campement, sous le nom de *Hajar-Musa* (pierre de Moïse). Les chrétiens de Bethléhem, qui la travaillent, en font des emblèmes de piété qu'ils vendent aux pèlerins sous le nom de *pierre de la mer Morte*.

C'est à Hitchcock que l'on doit la première analyse de ce calcaire, et il avait été tellement frappé de sa richesse en bitume, qu'il avait proposé d'en faire une espèce minérale distincte ; plus tard M. Hewston fit l'essai des échantillons rapportés par le docteur Anderson.

Voici ces deux analyses :

| ANALYSE D'HITCHCOCK (1). | |
|---|---|
| Carbonate de chaux | 68,73 |
| — de magnésie | 0,27 |
| Résidu terreux | 6,00 |
| Bitume | 25,00 |
| | 100,00 |

| ANALYSE DE M. HEWSTON (2). | |
|---|---|
| Carbonate de chaux | 82,10 |
| Magnésie | 0,00 |
| Silice | 1,95 |
| Fer et alumine | 1,95 |
| Matière organique | 13,55 |
| | 100,00 |

Ces calcaires bitumineux sont recouverts de marnes à poissons et de calcaires blancs crayeux, puis enfin des marnes crayeuses blanches à silex que nous avons vues si souvent déjà.

Sur le chemin de Nebi-Musa, à la fontaine des Apôtres, un peu près avoir dépassé le premier de ces points, on rencontre des couches crayeuses bigarrées de rouge, et renfermant de nombreux cristaux de gypse qui brillent au soleil ; puis, on entre dans le domaine de la craie à silex et, au-dessus des premiers bancs de ce terrain, se montre un calcaire grossier jaunâtre, pétri de *Leda* et d'autres fossiles. On trouve dans ce calcaire de nombreuses vertèbres et autres débris de poissons qui n'appartiennent plus, comme ceux de Nebi-Musa, à la famille des perchoïdes : on y rencontre de rares dents de *Lamna*, différentes de celle du *Lamna elegans ;* une arche du sous-genre *Macrodon* que Conrad a nommé *Cucullea parallela*, et qui ne peut se distinguer par aucun caractère bien saillant de l'*Arca securis*, espèce cénomanienne ; une *Leda* que Conrad a décrite sous le

(1) *Notes on the Geology of several parts of Western Asia*, p. 364.
(2) Lynchs, *Off. rep.*, p. 155.

nom de *Nucula perdita* et qui ressemble assez à la *Leda lineata* de Blakdown, mais à laquelle il convient, je crois, de laisser le nom de *Leda perdita;* une *Nucule* décrite par Conrad sous le nom de *Nucula crebri-lineata,* et qui n'a rien à voir avec les *Nucula Renauxiana* ou *Cornueliana* que l'on aura retrouvées dans ces couches sur des échantillons écrasés ou mal conservés, de même que les *Nucula scapha, subrecurva,* doivent sans doute correspondre à des exemplaires de *Leda perdita* et l'*Arca cenomanensis,* à une *Arca parallela* un peu déformée ; des *Crassatelles,* des huîtres qui se rapportent encore probablement à l'*O. vesicularis,* var. *Judaïca,* et enfin des débris de *Dentalium.*

Ces couches correspondent à ce qu'Anderson appelle « la *craie de Mar-Saba* », parce qu'on les retrouve dans les environs de ce couvent. Très-riches en fossiles, elles se montrent sur divers points de la Judée, non loin de Béthanie, à la base de la montagne des Oliviers, dans le torrent du Kedron, sur les plateaux qui dominent les falaises d'Aïn-Ghuweir et d'Aïn-Turabeh, près du waddy Mrabba, entre Bethléhem et Jérusalem, etc...

On trouve dans ces *calcaires à Leda,* de Nebi-Musa, des corps allongés qui ressemblent à des baculites et des fragments de têts qui semblent devoir se rapporter à des Inocérames.

La présence de ces deux genres de mollusques a d'ailleurs été déjà signalée aux environs de Nebi-Musa. Anderson y fait mention de l'*Inoceramus aratus,* Conrad, qui s'y trouverait associé au *Pecten obrutus* et à l'*Ostrea vesicularis,* et le même voyageur a trouvé le *Baculites Syriacus,* Conrad, dans un silex provenant de la craie située au-dessus des falaises d'Aïn-Turabeh.

M. Fraas cite également la présence du *Baculites anceps* dans le calcaire bitumineux de Mar-Saba où ce fossile serait associé à la *Natica lyrata* et à la *Scalaria Rauliniana.* Le même géologue fait mention des *Rostellaria carinella* et *inornata* dans les couches à Leda. Malheureusement, les origines de ces fossiles et de quelques autres ne sont pas suffisamment précisées, non plus que leurs niveaux, et ces déterminations ne sont peut-être pas toutes d'une rigueur satisfaisante.

Voici, à ces réserves près, la faune de la craie de Mar-Saba.

Conrad y cite :

Les *Gryphæa vesicularis.*
*Capulodes.*
*Nucula crebrilineata,* Conr.
— *perdita,* Conr. (*Leda*).
*Crassatella Syriaca,* Conr.

*Cardium bellum*, Conr. (*C. hillanum* de M. Fraas?).
*Pecten delumbis*, Conr. (*P. Nilssoni* de M. Fraas).
*Dentalium cretaceum*, Conr.
*Panopæa*.

M. Fraas y mentionne, d'après ses recherches, et quelques autres documents :

*Baculites anceps*, Lam.
*Rostellaria carinella*, d'Orb.
— *inornata*, d'Orb.
*Natica lyrata*, Sow.
*Scalaria Rauliniana*, d'Orb.
*Dentalium Wilsoni*, Fraas.
— *octocostatum*, Fraas.
*Leda Renauxiana*, d'Orb.
— *subrecurva*, d'Orb.
— *scapha*, d'Orb.
*Corbula striatula*, Sow.
*Cardium Hillanum*, Sow.
*Trigonia distans*, Conr.
*Lucina campaniensis*, d'Orb.
*Astarte substriata* (*A. undulosa*, Conr.).
*Arca cenomanensis*, d'Orb.

Toutes ces déterminations sont loin d'être inattaquables, mais néanmoims on voit par ces listes et par les fossiles que nous avons cités précédemment que, malgré le *facies tertiaire* de ces couches et de l'ensemble des fossiles qui s'y trouvent, elles appartiennent à la craie, et doivent probablement correspondre à un horizon fort voisin de celui des calcaires crayeux à inocérames et à baculites de l'Anti-Liban.

Au-dessous de ces calcaires à Leda, on voit déjà affleurer à Mar-Saba des calcaires compactes qui forment les escarpements sur lesquels est bâti le couvent.

La ville de Jérusalem est assise sur ces calcaires à rudistes et à nérinées qui plongent légèrement vers la mer Morte, et passent sous la montagne des Oliviers, laquelle est entièrement composée de calcaires crayeux blanchâtres, avec des bancs de silex à la partie supérieure.

Ces calcaires à rudistes ont été excavés en nombre d'endroits autour de la ville sainte.

Au nord de Jérusalem se trouvent d'anciennes et considérables carrières souterraines d'où l'on a tiré les grandioses matériaux des constructions gigantesques de l'ancien temple; aussi appelle-t-on ces catacombes les « *Cavernes royales* ». On désigne aussi sous le nom de *Malekeh*, qui rappelle le terme de *banc royal* si souvent employé par nos carriers français, l'assise inférieure de ces calcaires, qui a été anciennement exploitée. Cette couche est d'un beau blanc, assez tendre dans le souterrain, et nous y avons trouvé de nombreux débris de rudistes, ainsi que des Janires et d'autres mollusques. M. Fraas y a signalé, de son côté, la présence du *Galerites albo-galerus* et du *Discoïdea cylindrica*.

La partie supérieure des *calcaires à rudistes* se compose d'assises de calcaire marmoréen très-compacte, gris clair, dont la cassure montre des sections de gastéropodes qui ont leur têt spathifié (*Acteonelles*, *nérinées*, etc...). Ces calcaires, auxquels on donne le nom local de *Missih*, sont séparés du Malekeh par un petit banc oolithique qui s'observe dans presque tous les escarpements où l'on a creusé des tombes aux environs de Jérusalem.

C'est sur le plan incliné formé par ces couches calcaires qu'est assise la ville de Jérusalem, et c'est au milieu d'elles que sont creusés les anciens caveaux funéraires situés à la base de l'Abu-Tor. On les retrouve le long de la vallée de Josaphat et leur plongement vers la mer Morte, sous la montagne des Oliviers, est très-visible près du tombeau d'Absalon.

Ces bancs affleurent encore à l'ouest et au nord de la ville, près des portes de Jaffa et de Damas, et c'est au milieu d'eux qu'est creusée la grotte de Jérémie, ainsi que le tombeau des rois. Près de ce dernier point, au waddy Jos, M. Fraas a relevé une coupe détaillée qui donne une idée exacte de la nature de cette formation.

Sur le *Malekeh* repose une couche de calcaire marmoréen à *Radiolites Mortoni* de six pieds d'épaisseur, surmontée d'un calcaire à *nérinées* de quatre pieds d'épaisseur; au-dessus, viennent des alternances de calcaires marneux et de marnes oolitiques, sur une épaisseur totale de six pieds. C'est à cette place que se montre un banc siliceux d'un pied de puissance avec nombreux débris d'*acteonelles*, de *nérinées*, de *trochus*, et dont nous avons déjà signalé la présence à Aïn-Haramyeh, et entre Bethel et Jérusalem; à ce banc siliceux, succèdent des calcaires marneux grossièrement oolitiques, de trois pieds d'épaisseur, recouverts à leur tour par de nouveaux calcaires compactes, marmoréens, d'un gris clair, avec *Hippurites sulcatus*, de trois pieds d'épaisseur, que surmonte enfin un banc, de deux pieds de puissance, de calcaires durs à *Nerinea Requieniana*. Telle est, en ce point, la succession de ces calcaires à rudistes qui ont 25 mètres d'épaisseur totale.

M. Fraas a trouvé dans ces calcaires un foraminifère qu'il considère comme étant une véritable nummulite et auquel il a donné le nom de *Nummulites cretacea*. Mais la figure qu'il en a donnée semble prouver que ce n'est point une nummulite, mais bien un genre nouveau et distinct de celui qu'on accepte comme caractéristique de la période tertiaire. Tel était au moins l'avis de M. d'Archiac, si compétent en pareil matière.

Les calcaires à rudistes des environs de Jérusalem sont recouverts par des calcaires tabulaires jaunâtres et parfois rougeâtres que l'on emploie pour les mosaïques et pour la fabrication de quelques objets de piété. Ils correspondent peut-être à ces calcaires marneux et à ces marnes tabulaires jaunâtres que nous avons vus, de l'autre côté du ghôr, superposés aux calcaires compactes lesquels parfois, comme à Aïn-Musa, renferment de nombreux débris de rudistes. Ils portent le nom local de *nareh*.

Au-dessus de ces couches en plaques minces, viennent des alternances de calcaires crayeux d'inégale dureté et d'une puissance totale assez considérable. Ils constituent la zone moyenne de la montagne des Oliviers et sont exploités en divers points des environs de Jérusalem comme pierre de construction (*Kakulleh*). Il n'est pas difficile d'y reconnaître les calcaires tendres blanchâtres de la Samarie et de la Galilée (*Sultaneh*), non plus que ceux des hauts plateaux d'Ammon et de Moab.

Aux environs de Jérusalem, les calcaires crétacés renferment à leur base des Ammonites dont nous avons vu des espèces de taille considérable que nous n'avons pu rapporter, tant leur poids était considérable.

M. Fraas y cite de nombreuses espèces d'*Ammonites* :

*Am. rusticus*, *varians*, *Rothomagensis rostratus* (espèce qui aurait été recueillie par le docteur Roth au couvent de la Croix, au sud-ouest de Jérusalem), *Lyelli*, *Goliath*, *Mantelli fissicostatus*, *bicurvatus*.

L'*Ammonites Mantelli* paraît être d'ailleurs répandue à plusieurs niveaux dans ces couches. Nous l'avons déjà signalée à Tebnin; nous ne pouvons guère rapporter qu'à cette espèce une Ammonite que nous avons recueillie dans les falaises d'Aïn-Ghuweir, et c'est aussi probablement à elle que se rapportent les empreintes laissées dans les calcaires dolomitiques d'Aïn-Musa.

M. Fraas cite encore au niveau du Kakulleh, l'*Astarte substriata* (*A. undulosa*, Conr.), la *Plicatula aspera* et le *Cardium hillanum* (1).

Enfin, à la partie supérieure de la montagne des Oliviers, on voit apparaître, au

(1) Ne serait-ce pas la même Plicatule que celle que nous avons trouvée à la base de la craie à silex de Schihan, avec un cardium du groupe du *C. hillanum*?

milieu des calcaires crayeux, des bancs de silex dont un très-gros lit occupe notamment le voisinage du faîte de la route qui conduit à Béthanie. Ce sont les assises de marnes blanches à silex dont nous avons si souvent parlé déjà et qui nous ont fourni des fossiles au jebel Attarus à Mkaour et à Schihan. Ici on n'en a pas encore rencontré; cependant M. Mauss, architecte français à Jérusalem, m'a donné une curieuse turritelle silicifère qui provenait probablement de la craie du mont des Oliviers, mais j'ignore le niveau précis auquel elle a été recueillie. Nous n'avons jamais trouvé de fossiles dans ces assises en Judée. M. Fraas y signale l'association de l'*Ostrea vesicularis* avec la *Nummulites variolaria*, ce qui le porte à considérer ces couches comme la transition naturelle de la craie au terrain tertiaire, mais, malgré ce que nous avons dit à propos du passage lithologique du terrain crétacé au terrain tertiaire, en Palestine, nous devons nous tenir en garde contre des idées pareilles, quelque séduisantes qu'elles puissent être, d'autant que dans les nombreux points où il nous a été donné de voir ces marnes à silex et même dans les localités où elles sont fossilifères, nous n'y avons jamais trouvé de nummulites. Ce qui ne veut pas dire que l'on puisse nier la présence de quelques silex dans les couches à nummulites. Ils existent dans ces terrains au Garizim et près de Saïda. Mais, dans les couches à silex analogues à celles de la montagne des Oliviers, nous n'en avons jamais rencontré. D'ailleurs, ce n'est pas la *Nummulites variolaria* que nous avons recueillie dans les couches nummulitiques de ces contrées, mais bien d'autres espèces.

Au demeurant, il ne serait pas impossible que la partie tout à fait supérieure de cette craie silicifère appartînt au terrain tertiaire, tandis que les assises inférieures se rattacheraient encore à la craie. Les alternances nombreuses de craie, de calcaire et de bancs siliceux que nous avons relevées au jebel Schihan (voyez la coupe, Pl. V, *fig.* 4), en montrent la possibilité. Les changements dans les faunes ne sont pas toujours accompagnés de modifications dans les phénomènes de la sédimentation et dans les caractères lithologiques des couches qui les renferment. Et certes, sans l'abondance des fossiles que l'on rencontre dans les assises nummulitiques des Pyrénées, il deviendrait souvent difficile de distinguer ces dernières des couches de la craie qu'elles recouvrent. Mais on ne pourra accepter le mélange des faunes crétacées et tertiaires que lorsqu'*un géologue aura trouvé lui-même, dans un même lit non remanié, des espèces caractéristiques et bien caractérisées de l'un et de l'autre terrain*. S'il est un pays qui semble devoir nous promettre ces *couches de jonction* entre la craie et le terrain tertiaire, c'est assurément l'Orient. Mais nous croyons que *le fait de cette jonction reste encore à vérifier*.

Les calcaires crétacés de Jérusalem se continuent vers la Méditerranée et affectent

bientôt une faible inclinaison en sens inverse de la précédente. Il en est de dolomitiques; d'autres renferment des géodes tapissées de quartz.

La craie à silex se montre à l'est de Jérusalem, aux environs de Latroun où l'on y trouve des bancs de silex bréchoïde. Bientôt l'inclinaison cesse et il y a comme un faible relèvement vers la Méditerranée, auquel est due la saillie de la colline de craie sur laquelle est bâti le petit village de Kubab. En ce point, M. Fraas a recueilli des spongiaires qu'il rapproche des *Ventriculites angustatus* du *planer* de la Saxe.

Au sud de Jérusalem, la chaîne de Judée est toujours constituée par les mêmes terrains, qui sont fort peu fossilifères, depuis les calcaires dolomitiques qu'on rencontre aux environs d'Hébron jusqu'aux marnes blanches à silex qui se trouvent aux environs de Bethléhem. Ces dernières forment une large bande continue de plateaux arides compris entre la partie centrale de la chaîne et les falaises de la mer Morte. Les fossiles qu'on rencontre à la base de ces marnes blanches sont les mêmes que ceux des couches à *Leda* de Nebi Musa, et nous avons vu qu'à Masada il y avait, au-dessus des calcaires dolomitiques des falaises, une craie très-riche en huîtres.

A partir de ce dernier point, il se produit dans la disposition des strates, comme dans le relief général de la chaîne, une modification importante. Ce sont des ressauts, dans les couches, qui forment de gigantesques escaliers depuis la chaîne centrale jusqu'au fond du ghôr et qui semblent, au premier abord, être le résultat de failles parallèles. Ces ressauts sont indiqués sur les cartes topographiques par une alternance de plaines et d'escarpements qui se dirigent obliquement du nord-est au sud-ouest.

On aura une idée de cette structure par l'examen de la *coupe du versant oriental de la chaîne de Judée jusqu'à la mer Morte*, passant par les gîtes salins de Zouweirah et du jebel Usdom (montagne de Sodome) (Pl. VI, *fig.* 7), dont nous donnons ici la légende :

| | |
|---|---|
| *e* Calcaire compacte, plus ou moins dolomitique. | *g* Gypse imprégné de sel, à la base. |
| *a* Alluvions modernes et terre végétale. | *a'* Alluvions anciennes. |
| *m* Craie marneuse, à silex. | *s* Sel. |

La chaîne de Juda se termine à l'est, près de Makhul, par une croupe arrondie formée par des calcaires à texture légèrement cristalline et d'aspect dolomitique. Ces calcaires plongent assez fortement au sud, sous la plaine de limon occupée par les Arabes Djehalins qui plantent fréquemment leurs tentes près des puits de Makhul.

Dans le fond des ravins, peu profonds, qui sillonnent cette plaine, se montrent des marnes crayeuses blanches, puis des mamelons apparaissent sur le fond blanc desquels se détachent en noir de nombreux lits de silex qui accusent la stratification horizontale

de ces marnes crayeuses (1). Ces dernières constituent les éminences de cette haute plate-forme où sont élevés quelques *redjums* (redjum Selameh, redjum er Rameh), monticules de pierres d'où l'œil domine et embrasse la vaste étendue des terrains qui la sépare de la mer Morte.

On descend de cette hauteur par une pente très-roide et assez difficile, en marchant sur des calcaires dolomitiques fortement inclinés, sous-jacents aux marnes blanches qu'on vient de quitter et qui renferment du gypse sur ce point.

Les marnes crayeuses blanches apparaissent de nouveau, très-riches en nodules de silex, au bas de ce ressaut qui porte le nom de Zouweirah el Foca. Bientôt, on rencontre, au milieu de ces marnes, des bancs de gypse compacte, terreux, coloré en jaune très-clair ou en brun et parsemé en certains endroits de quelques veinules d'un vert très-vif et très-beau, dont la couleur est due à la présence d'un sel de nickel. Des couches de gypse, situées à la base, sont fortement imprégnées de sel, et les silex noirs, bleuâtres du voisinage, renferment les mêmes coprolites de poisson et offrent le même aspect que ceux des marnes blanches situées entre Jérusalem et la mer Morte et de certains bancs de silex du jebel Schihan.

Après avoir pendant assez longtemps marché sur ces gypses, qui constituent ainsi un accident remarquable au milieu des marnes blanches crayeuses, ces dernières reparaissent avec leur allure accoutumée et l'on y retrouve les nombreux lits de silex si répandus à la partie supérieure de cet étage.

On arrive ensuite à un deuxième ressaut analogue à celui de Zouweirah el Foka et l'on y retrouve les mêmes calcaires gris compactes et d'aspect dolomitique qui formaient le précédent. Au bas du ressaut, ces calcaires sont recouverts par des dépôts puissants d'alluvions anciennes dont un lambeau isolé occupe le milieu du waddy Zouweirah et supporte les ruines d'un vieux château sarrazin qui commande le défilé de Zouweirah et Tahta.

Au delà du waddy Zouweirah, le calcaire compacte est de nouveau ondulé et toujours surmonté par des marnes crayeuses blanches avec silex. Enfin, après avoir traversé la plaine que suivent les eaux du waddy Mahawat dans leur cours vers la mer Morte, on arrive à la montagne de sel du jebel Usdom qui doit se trouver dans les mêmes conditions que les gypses de Zouweirah el Foka. En effet, son sommet, ainsi que nous allons le voir, paraît être occupé par les marnes blanches et ses flancs sont couverts de silex qui paraissent en avoir été détachés.

(1) Le Tell Arad, si célèbre dans l'histoire des Hébreux, serait un de ces mamelons.

Ce gîte salin du *jebel Usdom* ou *jebel el Melah* (la montagne de sel) est situé à l'extrémité sud-ouest de la mer Morte. Des bancs de sel gemme surmontés de gypse et d'argile bariolée comme dans la généralité des gisements de ce genre, constituent la masse principale de cette petite montagne, ou pour mieux dire de cette grande colline étroite et allongée qui, s'alignant d'abord dans la direction nord-sud, s'infléchit ensuite un peu vers l'ouest, dans son prolongement méridional. Elle a environ 6 kilomètres de long sur 1 de large, à la base, et une hauteur qui doit atteindre tout au plus 100 mètres. Se détachant très-nettement des reliefs qui l'avoisinent, elle s'isole brusquement au milieu de la plaine, par les formes tranchantes et escarpées de sa base de sel gemme, munie elle-même de tours, d'aiguilles et de piliers de sel à propos desquels s'est exercée si souvent l'imagination des voyageurs. Des plaines basses et fortement imprégnées de sel partent du pied de cette colline et se continuent, en pente douce, jusqu'à la mer Morte qui en est elle-même assez rapprochée.

Le jebel Usdom surgit au milieu de cette plaine, sans offrir de liaison apparente avec les derniers chaînons des montagnes de Juda, qui se terminent non loin de là. Aussi, pour caractériser ce relief isolé, peut-on se servir de l'expression si heureusement appliquée par Cordier à une autre montagne de sel, celle de Cardona, en Espagne, et dire que le jebel Usdom se présente comme un *hors-d'œuvre* au milieu des terrains qui l'entourent.

Sa base de sel gemme doit avoir plus de 20 mètres d'épaisseur totale (1). Cette couche saline est recouverte par des argiles bigarrées de rouge et de vert, renfermant souvent de très-beaux cristaux primastiques de gypse de la forme dite rhombique et aussi par des couches composées de très-petits cristaux lenticulaires de gypse serrés les uns contre les autres de façon à donner un grain grossier à la roche qu'ils constituent.

Quelques voyageurs ont signalé l'existence, au-dessus des couches dont nous venons de parler, d'un calcaire crayeux blanchâtre dont les bancs réguliers occuperaient les sommets du jebel Usdom. Malgré tous nos efforts, et après avoir tenté l'escalade à l'est et à l'ouest, nous n'avons pu atteindre la crête de la colline ; il nous a donc été impossible de contrôler cette assertion autrement que par l'examen des débris de craie et de silex qui sont répandus sur les flancs de la montagne de sel et doivent provenir du plateau étroit qui la couronne. Ces éboulis confirment complétement, par leur nature, l'observation que nous venons de citer, et il faut croire qu'au-dessus des argiles et des gypses il existe des couches

(1) Sur le versant occidental du jebel Usdom la base de la masse de sel gemme est masquée par des accumulations, en lits fortement inclinés, de débris détachés de la colline elle-même et cimentés ensuite par des matières salines dissoutes par les eaux pluviales qui les avaient entraînées.

de calcaires crayeux avec bancs de silex, comme celles que l'on observe non loin de là, aux débouchés du waddy Mahawat et du waddy Zuweirah, et qui se continuent d'un bout à l'autre du rivage occidental de la mer Morte, à la partie supérieure des calcaires crétacés plus compactes des falaises.

Ce qui vient à l'appui de ces observations, c'est qu'en regardant, avec une lunette d'approche, du *ghôr* méridional ou de la Sabkah, dans la direction de la montagne de sel, cette dernière paraît couronnée des mêmes couches de craie blanchâtre qui se montrent au loin à des niveaux peu différents, au-dessus des falaises. Il n'y aurait d'ailleurs rien, dans ce fait, qui ne s'accordât rigoureusement avec les notions que nous avons pu acquérir sur l'allure générale de ces couches crayeuses auxquelles tout nous porte à croire que les principaux gîtes salins des bords de la mer Morte sont subordonnés.

On peut dire, en effet, qu'il est bien peu de points de la rive orientale de la mer Morte où l'on ne trouve pas, à ce même niveau géologique, quelques veinules de gypse et des traces plus ou moins considérables de chlorure de sodium.

La présence de ce dernier sel se manifeste au goût; elle a d'ailleurs été révélée, dans beaucoup d'échantillons de ces marnes blanches, par les analyses d'Hitchcock et d'Anderson.

Il est donc probable que loin d'être des manifestations isolées des phénomènes qui les ont produits, les gîtes salifères du jebel Usdom ne sont que des points où ces phénomènes ont acquis une intensité exceptionnelle et qu'ils rentrent dans le cas plus général d'une imprégnation des sédiments de la mer crétacée, le long de l'axe principal du bassin de la mer Morte. Maintenant que nous avons cherché à assigner un âge à ces masses salines et particulièrement au jebel Usdom, la plus importante d'entre elles, revenons à ce dernier gîte et examinons d'abord quelques accidents intéressants qui se présentent dans sa structure.

Lorsqu'on suit le littoral de la mer Morte, en longeant le jebel Usdom, on arrive à l'entrée d'une grotte creusée dans la couche de sel elle-même et à propos de laquelle les Arabes, pour se dispenser d'y conduire les voyageurs, disent qu'elle sert de refuge à des voleurs et qu'elle traverse de part en part la montagne de sel. On distingue, en effet, sur le versant opposé du jebel Usdom et vis-à-vis du débouché du waddy Mahawat, l'orifice d'une autre cavité, et c'est sans doute la correspondance supposée de ces deux grottes qui a donné naissance à la fable dont les Arabes se sont plu à gratifier la crédulité de quelques voyageurs. M. le duc de Luynes voulant s'assurer par lui-même de la véracité du fait, pénétra jusqu'au fond de cette grotte dont le sol est encombré de blocs immenses de sel gemme et dont la voûte est ornée de stalactites empruntées à la même substance. Nous pûmes ainsi vérifier

que cette galerie, après s'être prolongée horizontalement assez avant dans la montagne, qu'elle perce perpendiculairement à son grand axe, aboutit à un vaste et magnifique puits naturel, dont les parois de sel gemme sont unies et lissées par l'effet longtemps répété du passage des eaux pluviales qui doivent se rendre ensuite à la mer Morte par la galerie dont nous venons de faire mention, et dont l'entrée est figurée dans la *vue de la montagne de sel* qui fait partie de la Pl. III.

Ainsi s'explique la formation de cette grotte, dont l'existence paraît se relier, d'ailleurs, à la structure particulière du versant oriental du jebel Usdom.

Hitchcock avait déjà donné l'analyse des fragments de sel rapportés du jebel Usdom par des missionnaires américains. Il y constata l'absence de l'iode et du brome. M. Terreil, qui a bien voulu soumettre à un essai plus complet le sel gemme que nous avons rapporté nous-même de cette localité, est arrivé à un résultat analogue qui met en évidence la pureté du sel du jebel Usdom, dont voici la composition :

| | |
|---|---|
| Chlore | 59,30 |
| Sodium | 38,47 |
| Acide sulfurique | 0,92 |
| Chaux | 0,60 |
| Magnésie | 0,09 |
| Silice, argile, matière organique | 0,15 |
| Sulfures | Traces. |
| | 100,00 |

Nous avons examiné au microscope les résidus de ce sel, dans l'espoir d'y découvrir des débris organisés qui auraient pu nous fournir peut-être quelque renseignement précieux relativement à son origine ou à son âge.

Nous n'y avons trouvé que des cristaux microscopiques de pyrite.

Comme le sel gemme se dissout beaucoup moins vite que le sel de cuisine, que la température de la contrée est très-élevée, le climat très-sec, les eaux atmosphériques n'exercent qu'une action insensible sur ces masses de sel. On sait d'ailleurs que les expériences faites par Cordier sur la solubilité du sel gemme de la montagne de Cardona, en Espagne, qu'on regarde dans le pays comme indestructible, prouvent qu'en cent ans, l'eau n'enlèverait pas à cette masse saline une couche de sel de $1^{m},50$.

Ce n'est donc pas dans ces masses de sel qu'il faudra chercher, à l'exemple de certains voyageurs, l'unique cause de la salure de la mer Morte, car l'apport salifère des eaux qui sillonnent cette masse ne saurait entrer en comparaison avec celui des affluents et des sources des bords de la mer Morte, dont l'évaporation immense qui se fait au fond de ce bassin concentre sans cesse les eaux.

A l'ouest du jebel Usdom, apparaissent les marnes crayeuses blanches à silex supportées par des marnes de même couleur sans nodules siliceux, et qui surmontent à leur tour des calcaires compactes bleus et gris dont certains bancs sont dolomitiques. Au waddy Mahawat, ces couches sont imprégnées, ainsi que nous l'avons vu, de bitume qui découle de la roche et pénètre dans les alluvions anciennes du waddy en les transformant en poudingue bitumineux que les eaux torrentielles entraînent à la mer Morte. (*Voy.* Pl. III la vue du waddy Mahawat.)

Si, partant de Makhul, on se dirige vers le sud, au lieu de s'acheminer vers le sud-ouest comme précédemment, on ne tarde pas à arriver à Tell Mill où affleurent des calcaires curieux par leur nature et par les fossiles dont ils renferment les empreintes. La roche est poreuse, criblée de petites vacuoles, et ne fait que peu d'effervescence avec les acides. C'est, malgré sa faible densité, un calcaire dolomitique qui a conservé le moulage extérieur de nombreux fossiles dont il ne reste pas d'autres traces. Ce sont des *Murex*, des cérites inverses (*Triphoris Voguei*), une *pyramidella* et un corps énigmatique composé de petits ovules disposés en étoile autour d'un centre commun et que je ne saurais ranger dans aucun groupe d'êtres connus.

Après cette plaine, on descend les escarpements de Kublet el Baul, qui sont la continuation de ceux de Zuweirah el Foka et, après avoir traversé la plaine de Thamar, on trouve un nouveau ressaut qui pourrait bien être également le prolongement curviligne de celui de Zuweirah el Tahta. On le traverse par un petit défilé, au milieu de calcaires jaunâtres à natices, et autres gastéropodes où l'on trouve des druses de quartz pyramidé.

La présence dans ces calcaires de la *Nerinea gemmifera*, qui se trouve en Algérie dans l'*étage provencien* de M. Coquand, c'est-à-dire à la partie supérieure de la craie moyenne avec les hippurites et les sphérulites, confirme cette parenté des calcaires de Kurnub (Thamar) avec ceux de Zuweirah.

Un nouveau plateau conduit de ce ressaut à la plate-forme de Safa d'où l'on jouit d'une vue fort étendue dans la direction des déserts de l'Arabah et du Sinaï.

C'est la terminaison méridionale de la chaîne de Judée.

Il y a encore ici un nouveau ressaut; les calcaires cénomaniens sont fortement inclinés et, sans l'aide d'une vieille voie romaine, il serait difficile de gravir ces hauteurs. On trouve dans ces couches l'*Heterodiadema Libycum* et d'autres oursins, de gros *pterodontes* et des *turritelles*.

Le waddy Fikreh a creusé son lit au bas de cette pente roide.

Après avoir traversé cette petite vallée, on tombe sur des marnes en lits minces, d'un

blanc verdâtre, salifères et avec silex. Ces couches sont presque horizontales et la dénivellation est si accentuée qu'on pourrait à la rigueur admettre, dans ce cas, que le ressaut brusque dont nous venons de parler a déterminé la rupture des couches et que le waddy Fikreh suit la direction d'une véritable faille.

Nous avons terminé l'étude des terrains crétacés de la Syrie, de la Palestine et des contrées situées à l'est de la vallée du Jourdain et de la mer Morte.

Nous allons maintenant aborder celle de la craie de l'Arabie Pétrée, et nous verrons que dans l'Idumée, comme dans le nord de la presqu'île du Sinaï, les terrains crétacés continuent à jouer le rôle dominant dans la constitution des massifs orographiques.

§ 7. **Terrains crétacés de l'Idumée et de l'Arabie.** — A partir du waddy Fikreh, la craie se continue vers le sud formant la lisière de plateaux qui sert de limite orientale à l'Arabah, ainsi que la ligne de faîte de cette vaste vallée et couvrant le grand plateau du Tyh qui doit ses caractères de steppe déserte à la présence de ces roches maigres et salées.

Il est, en outre, très-probable que ces mêmes terrains, dont nous avons vu l'importance dans la Moabitide, pénètrent fort avant dans l'intérieur de l'Arabie, dont ils contribuent sans doute, pour une forte part, à former les steppes désertes, et nous verrons plus loin qu'on les retrouve à l'extrémité opposée de cette vaste presqu'île, dans le Hadramaut.

On a d'ailleurs indiqué la présence des calcaires blancs avec silex en divers points de la chaîne des monts Seir, qui sert de limite orientale à l'Arabah, par exemple au sud-est de Petra, aux environs de Maan, près d'Aïn-Dalegeh, en amont du waddy Gharundel. Enfin, entre le waddy Gharundel et le marais salé de l'Arabah, nous avons nous-même constaté leur existence sur la lisière de ce désert.

Au waddy Haïmeh, par exemple, on trouve au-dessus des grès de Nubie qui, là, sont blancs et très-friables, des argiles vertes avec gypse, puis un banc de calcaire dolomitique que surmontent de nouvelles argiles vertes et jaunâtres avec gypse, au milieu desquelles se trouve l'*Ostrea flabellata* et de longues baguettes de *cidaris*. Ces argiles sont à leur tour recouvertes par des calcaires tabulaires sur lesquels reposent des calcaires compactes et la série des marnes et calcaires crétacés, qui se continue vers l'est. (*Voir* la coupe du W. Haïmeh, Pl. IV.)

Aux environs de Pétra et du partage des eaux de l'Arabah, les dépôts crétacés sont très-développés et recouvrent généralement les grès de Nubie qui constituent en majeure partie le massif du jebel Haroun (mont Hor). Le sommet d'une montagne voisine de ce pic est occupé par les calcaires cénomaniens, dont quelques bancs contiennent les nodules de

calcaire spathique que nous avons déjà rencontrés à la base de cet étage, au waddy Mojib, tandis que d'autres, d'un jaune fauve, renferment de nombreux oursins, tels que l'*Hemiaster Fourneli*, le *Cyphosoma Delamarei* et une nouvelle espèce de nucléolites, le *Nucleolites Luynesi* Cott (1). Ces couches à échinodermes sont recouvertes à l'est par des assises crayeuses et enfin par la craie à silex. (*Voir* les coupes et plans de l'Arabah, Pl. IV.)

Cette dernière se montre d'ailleurs un peu partout; on la retrouve sur les bords du waddy el Abiad, qui lui doit son nom de « vallée blanche », et sur les plateaux situés entre le massif du mont Hor et le waddy Arabah.

Ce dernier est couvert, dans le voisinage d'el Saté, de débris de silex. C'est là qu'affleurent en effet les mêmes calcaires crayeux et la même craie à silex qu'au jebel Schihan et au jebel Attarus, ainsi que les bancs fossilifères de ces deux localités.

La crête de la selle transversale qui divise en deux versants anticlinaux l'Arabah, est formée de calcaires gris compactes presque marmoréens, dans lesquels nous avons recueilli une très-belle espèce de *Baculites* qui ressemble au *B. asper* Rœm. de la craie d'Amérique.

Au sud de cette ligne de faîte qui a environ 240 mètres d'altitude, on voit les couches crayeuses constituer la lisière occidentale du Ghôr jusqu'au voisinage de la mer Rouge.

Au nord, elles se continuent en pente douce et ne sont, dans le voisinage de ce double versant, recouvertes par aucun autre dépôt.

Ces couches crayeuses et blanchâtres sont parfois entièrement couvertes d'une infinité de débris de silex qui résonnent sous les pieds des chevaux et proviennent des affleurements de bancs siliceux qu'elles renferment en grand nombre.

Les calcaires crayeux des environs du waddy Meliheh renferment les mêmes foraminifères microscopiques que les marnes blanches à silex de l'Ammonitide.

On y trouve les mêmes *turritelles* à deux carènes et les mêmes *scalaires* qu'à Mkaour et au jebel Attarus et, de plus, des *pétoncles*.

Il y a des bancs de ces calcaires crayeux qui sont assez fortement imprégnés de sel.

Les silex, tantôt gris, tantôt noirs, reproduisent les variétés que nous avons mentionnées en décrivant le jebel Schihan, et l'on y trouve les mêmes niveaux fossilifères, les *scalaires*, *Leda* (que je ne puis guère séparer de la *Leda perdita* de Nebi Musa), *turritelles*, etc. Au-dessus de ces couches qui ondulent suivant des sens différents, viennent des calcaires

(1) Ce *Nucléolite* ressemble beaucoup au *N. minimus* également associé, au Beausset, avec l'*Hemiaster Fourneli*, le *Cyphosoma Delamarrei* et l'*Holectypus serialis*; il se retrouve en Algérie, ainsi que nous avons pu le voir dans la collection de M. Péron, associé à ces mêmes espèces.

blancs tendres, disposés en bancs minces inclinant légèrement vers l'est, et qui représentent peut-être les calcaires nummulitiques.

Toutes ces couches calcaires tendres et blanchâtres sont le plus souvent imprégnées de sel et parfois de gypse, ce qui donne aux rares sources que l'on trouve sur leur lisière une saveur saumâtre, à laquelle s'ajoute une odeur sulfureuse désagréable qui a pour origine la réduction des sulfates au contact des joncs et des roseaux en décomposition.

Ces calcaires crayeux occupent la lisière occidentale de l'Arabah, qu'ils bordent sous forme de plateaux peu élevés et deviennent de plus en plus salifères à mesure qu'on s'approche du waddy Fikreh, où nous avons vu les marnes à silex offrir leur maximum de salure, comme il est naturel de s'y attendre à cause du voisinage du jebel Usdom.

De cette lisière de l'Arabah, les marnes crayeuses s'étendent uniformément à l'ouest, sur tout le Tyh; on a cité la craie à silex au jebel el Garra, près des ruines d'Éluse; aux environs du jebel el Helal et du jebel Scharrig; au jebel Moyle et sur les plateaux avoisinants où se voient des bancs de silex de 22 pieds d'épaisseur; dans la chaîne de collines qui va du jebel Araïf au jebel el Mukrah et qui se prolonge jusqu'au waddy Jeraf, près de l'Arabah, où nous avons, en effet, constaté la présence de ces calcaires à silex.

A l'orient du jebel Fahadi, on a trouvé, au milieu de cette craie, un petit gisement de sel gemme. La même craie à silex forme la séparation du bassin hydrographique du waddy el Kureieh, tributaire du waddy el Arish, lequel se jette dans la Méditerranée, et du waddy el Jeraf qui se jette dans le bassin de la mer Morte. On la retrouve près de l'origine du waddy el Arish, au jebel Ojmeh, dans la plaine de el Kaa en Nukb, non loin de l'extrémité du golfe d'Akaba, plaine qui est couverte de silex noirs. Cela montre suffisamment que la craie à silex est le terrain dominant dans ces steppes désertes du Tyh.

Cet étage paraît constituer également la partie supérieure de la chaîne de collines ou plutôt de la suite d'escarpement qui sépare la région sablonneuse des grès de Nubie (située dans la partie moyenne de la presqu'île sinaïtique) du grand plateau calcaire du Tyh.

Ces calcaires sont superposés aux grès de Nubie, auxquels ils passeraient même en certains endroits par degrés insensibles au moyen de grès glauconieux calcarifères. Ils sont recouverts par des calcaires à rudistes, comme en Judée, et renferment des cératites, comme en Algérie et dans le Liban.

Ils sont très-fossilifères en certains points, notamment au jebel Tyh (à 4 heures au nord-est du puits de Naseb), au Suchet Émerane, au waddy Guenet (à 16 heures au sud-ouest du puits de Naseb), aux environs de Nouguebat.

L'*Heterodiadema Libycum*, l'*Hemiaster Fourneli*, les *Ostrea flabellata, Mermeti, Africana,*

*Olisiponensis*, figurent parmi les fossiles rapportés du Sinaï par les voyageurs.

On trouve aussi en certains points de cette presqu'île l'*Ostrea larva*.

La partie inférieure de l'étage cénomanien que Russegger range dans la craie dure grise renfermerait, d'après lui, en certains points, des belemnites associées à des *limes*, des *ammonites*, des *térébratules* et des *peignes*. Peut-être que ce sont les couches à belemnites que M. Figari rapporte au lias.

On sait que Léopold de Buch, Ch. d'Orbigny et M. Desor ont publié depuis longtemps quelques fossiles *cénomaniens* du Liban, du Sinaï et de l'Égypte.

Dans une note présentée en mai 1865 à la Société géologique, nous avions appelé l'attention de nos confrères sur l'étroite ressemblance de l'Égypte et du Sinaï avec la Palestine. Nous avions en même temps classé les calcaires qui recouvrent immédiatement les grès de Nubie dans le terrain crétacé moyen en y signalant la présence de l'*Hemiaster Fourneli*, de l'*Heterodiadema Libycum*, de l'*Holectypus serialis* et de nombreuses *exogyres;* association de fossiles dont nous constations la continuation dans toute cette bande de terrains crétacées qui borde la Méditerranée, aussi bien en Algérie qu'en Égypte (1).

Cinq mois après, M. Duncan présentait à la Société géologique de Londres une excellente étude paléontologique sur les échinodermes fossiles recueillis par le docteur Carter sur la côte méridionale de l'Arabie et dans l'Inde (2).

Le docteur Carter avait déjà reconnu l'identité des marnes jaunes rougeâtres à échinodermes des environs de Marbat, sur la côte méridionale de l'Arabie, avec celles de Bagh, sur la Nerbudda, dans l'Inde. L'étude scrupuleuse faite par M. Martin Duncan des fossiles rapportés de ces deux localités a confirmé ce rapprochement et a mis en évidence les caractères cénomaniens de ces faunes.

Les argiles et les marnes à échinodermes du cap Marbat reposent sur des grès micacés d'environ 1.700 pieds de puissance. Elles ont elles-mêmes 1.000 pieds d'épaisseur et sont recouvertes par 2.000 pieds de calcaires blancs que M. Carter rapporte à la craie supérieure et qui se trouvent en certains points surmontées par des calcaires nummulitiques.

A Bagh, les calcaires et marnes rougeâtres à échinodermes d'une puissance bien moindre (15 à 20 pieds) reposent également sur des grès qui, cette fois, sont blanchâtres.

Les faunes de ces deux localités offrent entre elles une parenté évidente et comprennent même des espèces communes, telles que l'*Hemiaster similis*, le *Pecten quadricostatus* (Janira), la *Neithea Alpina*. Elles se rapportent évidemment au même horizon de la

(1) *Sur la formation du bassin de la mer Morte* (*Bull. de la Soc. géol.* de France), mai 1865.
(2) *Quart. journ. of the Geol. Soc.*, t. XXI, p. 349, novembre 1865.

craie moyenne que nos calcaires cénomaniens de la Palestine et de l'Idumée et du Sinaï.

Au ras (cap) Fartak et au ras Scharween sur la côte d'Arabie, M. Duncan cite la présence des espèces suivantes :

*Cidaris cenomanensis*, Cott.
*Pseudodiadema Rœmeri*, Desor.
*Salenia scutigera*, Munst.
*Holectypus cenomanensis*, Guer.
*Pygaster truncatus*, A.
*Epiaster distinctus*, Ag.
*Hemiaster similis*, d'Orb.
*Cottaldia Carteri.*
*Pecten quadricostatus*, Sow (1).
*Pecten æquicostatus*, Lamk.
*Neithea alpina*, d'Orb. sp.
*Actinospongia.*
*Patellina concava*, Cart. sp.
*Orlitolina concava*, Lamk.

Et à Bagh dans l'Inde :

*Hemiaster cenomanensis*, Cott.
— *similis.*
*Nucleolites similis* (2), Desor.
— *subquadratus*, d'Orb. sp.
*Neithea alpina*, d'Orb.
*Pecten quadricostatus*, Sow.
*Rhynchonella depressa*, Sow.
*Thamnastrea decipiens.*
*Centrastrea cenomanensis*, d'Orb.
*Escharina.*

(1) Ce doit être la même Janire à trois côtes intermédiaires, que nous avons rapproché de la *Janira tricostata* de Coq. (non Bayle).

(2) Ce nucléolite, que nous avons vu à Londres dans la collection du docteur Carter, au musée de la Société géologique, est si voisin des *Nucléolites Luynesi* des environs de Petra, que nous sommes fort enclins à penser qu'il pourrait bien se rapporter à cette dernière espèce plutôt qu'au *N. similis*, Des.

*Eschara.*
*Vincularia.*
*Serpula plexus*, Sow.

Deux ans après, M. Duncan a publié les échinodermes fossiles recueillis au waddy Mokatteb et au waddy Badéra, dans le Sinaï, par M. Holland (1) et il a reconnu les analogies que présente cette faune avec celle du cap Fartak et de l'Inde.

Les oursins crétacés du Sinaï, déjà décrits antérieurement par Agassiz, Desor et d'Orbigny, étaient les suivants :

*Diadema Sinaïcum*, Desor.
*Pedina Sinaïca*, Desor, Ag.
*Diplopodia Sinaïca*, Desor.
*Claviaster cornutus*, d'Orb.

M. Duncan a ajouté à cette liste sept espèces :

L'*Heterodiadema Libycum* que nous avons déjà cité en Palestine et dans le Sinaï, le *Pseudodiadema Ruppelii*, Des., qu'on retrouve en Égypte, l'*Holectypus excisus*, Des., que nous avons également recueilli à Aïn-Musa, le *Periaster elatus*, d'Orb., l'*Hemiaster gracilis*, Cott., et l'*Epiaster distinctus* qui figure dans la liste de fossiles précédents du ras Fartak.

Nous avons vu plus haut les analogies frappantes qui rattachent les couches cénomaniennes du Sinaï à celles de la Palestine et de l'Idumée, analogies que nous avions reconnues, depuis plusieurs années, grâce aux fossiles rapportés par Lefèvre tels que : *Heterodiadema Libycum*, *Ostrea Olisiponensis*, *Africana Mermeti*, *flabellata*, etc., cette analogie est confirmée pleinement par la liste des oursins recueillis au waddy Mokatteb par M. Holland et si bien décrits par M. Duncan. Nous pouvons même ajouter aux fossiles communs à la fois à la Palestine et au Sinaï que nous venons d'énumérer l'*Holectypus excisus*, que nous fournit la liste du waddy Mokatteb et qu'on rencontre aussi à Aïn-Musa.

En Égypte, les calcaires dolomitiques de la base de l'Attaka renferment des moules de rudistes qu'on a cru pouvoir rapporter, malgré leur mauvais état de conservation, aux *Hippurites organisans* et *cornu vaccinum*. Presque immédiatement au-dessus, viennent

(1) *Quart. journ. of Geol. Soc.*, 1867, p. 38.

d'autre bancs de calcaire dolomitique où se montrent des empreintes d'*Ostrea larva* (1) et d'une *janire* qui semble être la *Janira sexangularis*. Au-dessus de ces calcaires qui sont incontestablement crétacés, repose une couche mince de craie blanche surmontée de bancs très-épais de calcaire dolomitique. Plus haut sont des alternances de calcaire dolomitique et de craie et enfin, à 340 mètres environ au-dessus des bancs à rudistes, une couche mince de marnes rouges avec gypse. Toute cette série que M. Vaillant range dans le terrain crétacé est surmontée par de nouveaux calcaires dolomitiques à *orbitolites* de 150 mètres d'épaisseur, dont la faune est assurément tertiaire, et paraît être éocène autant qu'on en peut juger d'après ces moules.

Il est douteux que les calcaires à rudistes de l'Attaka appartiennent au même horizon géognostique que ceux de la Palestine et de l'Idumée, du *Malekeh* et du *Missih* de Jérusalem par exemple, car il faudrait admettre alors que l'étage si puissant de la craie à silex manque en ce point ou s'y trouve singulièrement réduit. La présence de l'*Ostrea larva*, celle d'une huître qui, à en juger par les empreintes qu'elle a laissées sur la roche, doit se rapprocher l'*Ostrea pyrenaica*, toutes ces raisons nous portent à penser que les calcaires à rudistes de l'Attaka pourraient bien se rapporter à un horizon supérieur à celui des calcaires à rudistes de la Palestine et du Sinaï.

Dans le reste de l'Égypte, la craie se présente avec les caractères que nous lui avons vu revêtir en Palestine et en Arabie Pétrée. Ce terrain affleure çà et là dans les entailles des waddis et forme la base des plateaux calcaires dont les terrains nummulitiques constituent le faite, et au milieu desquels le Nil et les cours d'eau qui lui servaient jadis de tributaires ont anciennement creusé leur lit.

En comparant entre eux les foraminifères qu'il avait recueillis dans la haute Égypte, ainsi que dans les déserts de la Libye et ceux de l'Arabie, avec les animalcules de la même classe répandus à profusion dans nos terrains crétacés d'Europe, Ehrenberg avait reconnu l'identité des uns et des autres et n'avait pas hésité à en déduire celle des couches qui les renferment.

Cela serait regardé comme imprudent aujourd'hui qu'il est reconnu que des foraminifères jurassiques vivent encore dans nos mers; mais il y a lieu d'être émerveillé néanmoins, dans ce cas-ci, de la justesse des indications que donnèrent les dépouilles de ces petits animaux à ce savant naturaliste, en lui faisant considérer comme crétacés tous ces vastes domaines de calcaires qui couvrent la Libye, l'Égypte, l'Arabie Pétrée, la Palestine et la Syrie.

(1) Lefèvre a trouvé ce fossile en divers autres points de l'Égypte et du Sinaï.

Il fut mieux inspiré en cela que plusieurs de ses successeurs qui, dans les deux dernières contrées dont il vient d'être question, les rapportèrent, les uns aux terrains jurassiques, les autres aux terrains tertiaires.

Cependant Ehrenberg ne put séparer de ces calcaires crétacés les calcaires nummulitiques qui les recouvrent et ses successeurs n'y sont pas parvenus davantage. En se rappelant ce que nous avons dit du passage lithologique de ces deux terrains on n'en sera point surpris, car on a pu voir que nous avouons ne pas connaître encore la ligne de démarcation précise qu'il convient d'établir entre eux.

Newboldt, ne pouvant diviser les deux terrains, les réunit dans la dénomination commune de « calcaire marin ». Il prétend cependant que les couches supérieures de ce terrain marin, dans lesquelles abondent les nummulites, diffèrent lithologiquement des assises inférieures et il leur attribue les caractères des calcaires du jebel Attaka. Nous ne pouvons être de son avis sur ce point, car dans la série tertiaire du Mokattam et de la Thébaïde on retrouve les principaux types de roche que nous a offerts la craie.

Lefèvre et Russegger ont parfaitement reconnu l'existence de la craie en Égypte, mais ni l'un ni l'autre ne l'ont distinguée avec un peu de précision du terrain tertiaire qui la recouvre. Russegger mentionne sa présence au Mokattam où il n'y a que des terrains nummulitiques, et Lefèvre réunit les deux terrains dans un même système, en prétendant que les nummulites se trouvent dans ces deux étages. Ce dernier voyageur a cité la présence d'hippurites au Caire et celle d'échinites à Esneh.

Il a d'ailleurs rapporté d'une foule de points de l'Égypte de nombreux fossiles qui montrent que la craie y est constituée comme en Palestine et en Arabie Pétrée, peut-être avec l'addition de quelques horizons fossilifères supérieurs qui manquent ou sont très-pauvrement représentés dans ces dernières contrées.

Le terrain crétacé de l'Égypte ne paraît différer de la craie de la Palestine et de l'Arabie Pétrée que par quelques détails de peu d'importance.

Les assises inférieures sont composées de calcaires et de marnes jaunâtres ou verdâtres, parfois chloritiques, comme dans le Sinaï, et caractérisés par l'*Ostrea Olisiponensis, Mermeti, flabellata, Africana,* ainsi que par la faune d'échinodermes que nous avons eu plusieurs fois déjà l'occasion de citer, et dont le type le plus constant est l'*Heterodiadema Libycum*. Ces oursins et ces exogyres ont été rapportés par Lefèvre de plusieurs points de l'Égypte, notamment de la région comprise entre Suez et Cosseir et de la vallée d'Arabah.

La série supérieure se compose de marnes et de calcaires blanchâtres plus ou moins

crayeux qui contiennent à leur partie supérieure des bancs nodulaires et tabulaires de silex, et sont imprégnés de gypse et de sel comme dans les contrées avoisinantes.

Il est à croire qu'on rencontrera, entre ces deux étages de la craie, les bancs de calcaire dolomitique et de calcairc à rudistes qui les séparent dans les régions voisines, et auxquels les calcaires dolomitiques à rudistes de l'Attaka pourraient bien être supérieurs.

Nous avons déjà dit que Lefèvre a recueilli des hippurites dans certains calcaires des environs du Caire. Ces calcaires à rudistes sont recouverts par une lumachelle friable et composée de petites huîtres au-dessus de laquelle viennent des bancs de calcaire avec Nérinées, Tornatelles, etc. On a vu que les bancs calcaires à rudistes de Jérusalem renfermaient des couches à nérinées et autres gastéropodes. Il est donc à espérer que l'horizon des calcaires à rudistes de la Judée se retrouvera en Égypte.

Nous venons de suivre ainsi, depuis le Liban jusqu'à l'Hadramaut, en Arabie, et depuis l'Inde jusqu'au désert Libyque, une faune crétacée bien caractérisée et qui a son cachet spécial. Les rares fossiles rapportés du désert Libyque, ceux qu'Overweg a recueillis dans le Fezzan, les faunes si riches des couches crétacées de l'Algérie que les travaux de M. Coquand ont rendues célèbres, celles de plusieurs points du Portugal, de l'Espagne et de la Sicile, nous permettraient d'élargir encore beaucoup le domaine de cette craie méditerranéenne et africaine qui revêt des caractères propres et un peu différents de ceux qu'affectent les dépôts du même âge dans nos bassins septentrionaux.

En résumé, il n'y a encore de bien établi, dans les régions orientales que nous étudions, que la présence d'une série puissante d'assises cénomaniennes qui se termine par une formation de calcaires à rudistes. Au-dessus viennent cependant des calcaires tendres blanchâtres surmontés de craie à silex, et ces couches, malgré le caractère ambigu de leur faune, doivent appartenir encore, au moins en grande partie, à la craie. Toute cette série est surmontée de calcaires tantôt compactes, tantôt friables, tantôt tabulaires, qui passent aux roches précédentes par les transitions les plus ménagées. Ces calcaires renferment en certains points des nummulites, et c'est d'eux que nous nous occuperons après avoir étudié d'une manière toute spéciale les fossiles crétacés dont nous venons d'indiquer les gisements et les horizons.

---

# CHAPITRE VI.

## PALÉONTOLOGIE DU TERRAIN DE CRAIE DE LA PALESTINE ET DE L'IDUMÉE.

---

Dans l'étude stratigraphique de la craie de Palestine que nous venons de faire dans le chapitre précédent, on a pu remarquer l'abondance des fossiles qui se trouvaient enfouis à divers niveaux dans ce terrain. Ce sont ces fossiles, dont nous n'avons fait qu'indiquer les gisements, que nous allons maintenant examiner attentivement les uns après les autres, en analysant leurs caractères zoologiques et en cherchant leurs rapports avec les formes semblables déjà connues.

Si tous ces débris de corps organisés, que nourrissait la mer dans ces parages, à l'époque crétacée, étaient exactement déterminés et se rapportaient à des espèces déjà décrites, il suffirait, à la rigueur, d'en donner une liste méthodique. Mais, ainsi que nous l'avons déjà dit dans notre avant-propos, les déterminations déjà faites doivent, pour la plupart, être soigneusement revues. D'ailleurs, parmi les fossiles nombreux que nous avons nous-mêmes recueillis dans la craie de la Palestine, il y a un assez grand nombre d'espèces nouvelles que nous ferons connaître à leur lieu et place dans cette énumération, ainsi que des variétés intéressantes qui méritent d'être distinguées des types européens auxquels elles paraissent se rattacher spécifiquement.

C'est à propos de ces *variétés* géographiques, que certains naturalistes élèveraient sans doute au rang d'*espèces*, que se présente une difficulté assez grande qui a trop souvent entraîné les géologues à fausser les caractères des terrains situés à de grandes distances de ceux qu'on a depuis longtemps choisis pour types en Europe.

Lorsqu'un voyageur rapporte des fossiles d'une contrée éloignée, on se hâte, d'habitude, d'en faire une comparaison sommaire avec les types spécifiques bien connus d'Europe.

Tous les fossiles qui, à la rigueur, peuvent se rapporter à un type déjà décrit, lui sont assimilés sans qu'il soit tenu compte des caractères particuliers, de second ordre ou de *races*, que ces variétés géographiques peuvent offrir. Quant à ceux qui sont assez distincts pour justifier la création d'une espèce nouvelle (et l'on sait combien diffèrent, à cet égard de sévérité, les divers naturalistes), on leur impose un nom nouveau sans toujours insister assez sur les liens de ressemblance qui les relient aux espèces *représentatives* ou *proches alliées* découvertes ailleurs.

Il résulte de grands inconvénients d'une telle habitude et des divergences de vues très-accentuées parfois sur les véritables affinités des faunes que l'on se propose de faire connaître, et dont on ne réussit pas toujours à reproduire les véritables caractères.

Nous allons exposer ces inconvénients et faire connaître en même temps les idées générales qui nous ont guidé dans nos recherches sur les fossiles crétacés de Palestine, comme aussi les moyens que nous avons cru devoir adopter pour rendre à cette faune intéressante son véritable *facies*, sans toutefois céder à l'entraînement, si commun aujourd'hui, de créer un trop grand nombre d'espèces nouvelles avec des formes qui tout au plus peuvent être considérées comme représentant des variétés ou des races.

Les diverses faunes qui ont vécu à la surface de notre globe avant notre époque et pendant une durée de temps dont la géologie nous fait de plus en plus entrevoir l'immensité, ces faunes, disons-nous, sont encore si imparfaitement connues, que l'on peut dire que les lois et les événements qui ont présidé à leurs variations ne nous seront de longtemps révélés.

Quelque séduisantes que puissent être les hypothèses émises sur ce sujet, elles ne peuvent que rendre un compte provisoire, plus ou moins satisfaisant, du petit nombre de faits observés jusqu'à ce jour. Aussi nous paraissent-elles vouées à une imperfection que comporte notre ignorance encore grande sur les êtres dont les innombrables sédiments terrestres ont pu conserver les dépouilles.

Le revêtement sédimentaire du globe est en effet masqué sur les deux tiers au moins de son étendue par les eaux, les glaces et autres obstacles qui en ferment l'accès à nos investigations, et quant au dernier tiers, représenté par nos continents actuels des zones équatoriales et tempérées, que connaissons-nous donc de sa constitution géognostique? C'est à peine si les géologues ont pu pousser de rapides reconnaissances sur la moitié de ces terres fermes, et en étudier, avec quelque soin, la dixième partie! Encore cette trentième portion de l'écorce terrestre est-elle aujourd'hui si imparfaitement connue, même à sa surface, que dans l'Europe et en France même, il est d'importants massifs montagneux, tels que

les Pyrénées, par exemple, dont aucune carte géologique un peu détaillée n'a encore été dressée.

On est donc naturellement enclin à se demander si, en décrétant applicables à la terre entière des lois qu'un premier aperçu leur a fait entrevoir dans un petit coin du monde aussi torturé et déchiqueté que le fut de tout temps l'Europe, les géologues et les paléontologistes n'auraient pas dépassé les limites d'une sage et prudente induction. A cela on peut répondre, à la vérité, que les recherches tentées dans les pays les plus divers ont fourni des faits assez nombreux pour pouvoir établir que partout il existe une même succession générale de terrains caractérisés par des faunes et des flores offrant, pour chacun d'entre eux, les mêmes traits d'ensemble. Mais il ne s'en suit pas, comme certains paléontologistes ont voulu le croire, que cette similitude générale se poursuive et se vérifie jusque dans les plus petits détails. Il serait difficile, aujourd'hui, de soutenir que les vestiges des anciens habitants de notre planète se trouvent uniformément parqués sur toute sa surface, dans un nombre déterminé d'étages dont le commencement et la fin auraient été témoins du *renouvellement complet* des faunes précédentes et de *l'anéantissement*, sur toute la surface de la terre, de la faune nouvelle, de telle sorte que, dans les intervalles entre ces extinctions et ces renouvellements, la terre se serait momentanément trouvée inhabitée. On n'oserait plus, afin d'expliquer ces extinctions subites de faunes, aussi bien que les intervalles biologiques apparents qui les séparent, faire intervenir les cataclysmes universels dont l'imagination des premiers géologues fut si prodigue ! Les hiatus se comblent peu à peu de nos jours, à mesure que les recherches se multiplient, acquièrent plus de précision et élargissent le domaine de nos connaissances géognostiques. Les faunes, regardées autrefois comme distinctes, se relient essentiellement les unes aux autres. C'est au point qu'on ne sait plus guère où placer la limite entre les terrains primaires et secondaires, et que, pour quelques étages, on a dû admettre l'existence de *couches de jonction*, dont les faunes offrent des caractères intermédiaires.

« Nous n'avons sous nos yeux, ainsi que l'a dit si éloquemment Sir Charles Lyell, pour nous guider dans l'histoire du monde, que des mémoires tenus avec négligence, rédigés dans un idiome altéré et presque perdu. De cette histoire, nous ne possédons que le dernier volume, qui contient les événements passés dans deux ou trois contrées seulement ; de ce volume lui-même, nous connaissons seulement, çà et là, un court chapitre dont quelques pages ont été conservées, et de chaque page quelques lignes qui sont seules lisibles. »

Chaque découverte vient combler quelqu'une de ces nombreuses lacunes, et, en avançant dans l'étude du revêtement extérieur de sa planète, le géologue relie entre eux quelques

anneaux épars de cette grande chaîne de la vie dont les interruptions, plutôt apparentes que réelles, lui servent provisoirement à établir des divisions dans les âges successifs de notre monde.

Avant donc de prétendre à poser des règles trop précises, les géologues devraient, semble-t-il, chercher à raccorder autant que possible, par de nombreux intermédiaires, les terrains aujourd'hui séparés par des intervalles si longs dans les phénomèmes locaux de la sédimentation. Ils devraient, surtout, s'attacher à suivre la distribution des roches et des fossiles dans les mêmes terrains, à travers toutes les régions continentales de notre globe. Cela leur permettrait de tracer, à la surface des continents actuels, les limites des mers anciennes, dont la connaissance pourra seule permettre de conclure avec quelque rigueur au *synchronisme absolu* de deux terrains situés dans des régions éloignées l'une de l'autre. On pourrait également alors se rendre compte des influences que les zones homœozoïques, les climats, les provinces naturelles, les courants, et surtout les modifications des bassins maritimes, ont pu exercer anciennement sur les êtres qui vivaient à la surface du globe.

Mais, jusqu'à ce que ces résultats puissent être obtenus, on devra s'attendre à ne pas rencontrer, dans un seul pays, tous les termes des grandes séries vitales que la terre a eues pour partage, et, par conséquent, se garder de vouloir toujours ramener étage par étage, couche par couche, les terrains observés dans une contrée lointaine aux divisions systématiques les plus minutieuses adoptées dans un pays classique.

Par suite de tendances pareilles, on a trop souvent faussé les caractères originaux de beaucoup de terrains, ainsi que ceux des faunes qu'ils renfermaient, et l'on a fait rentrer, dans des types bien connus de fossiles, des formes qui leur étaient simplement alliées.

Si certaines espèces ont eu le privilége, assez rare de nos jours, d'être uniformément répandues sur toute la surface du globe, en conservant partout, à peu près intacts, les caractères typiques de leurs progéniteurs, il a pu s'en trouver, à côté d'elles et dans le même terrain, qui, pendant cette diffusion, n'ont pas échappé à des modifications plus ou moins importantes, et qui néanmoins ont dû conserver un certain air de parenté avec les représentants plus fidèles du type primitif. C'est ce qui fait souvent, ainsi que l'indique Forbes, que les faunes marines très-éloignées, et dans les mêmes conditions de climat, de profondeur et de fond, maintiennent plutôt leur ressemblance par des formes *semblables* que par des espèces *identiques*.

Malheureusement, il arrive trop souvent que les paléontologistes, suivant qu'ils ont ou n'ont pas la tendance, si commune de nos jours, de multiplier les espèces, élèveront ces formes semblables à la dignité spécifique, ou bien, par une erreur contraire, ne tenant nul

compte des différences légères qu'elles offrent avec les représentants du type, les confondront avec lui. Telle est la source d'un grand nombre de malentendus fort préjudiciables aux progrès de la géologie. Ces malentendus, qui faussent les comparaisons tentées entre des domaines un peu distants, ne sont pas sans mauvaise influence sur la zoologie elle-même, puisqu'ils empêchent qu'on puisse se rendre un compte suffisamment fidèle du mode de succession des êtres et de l'importance des modifications qu'ils ont pu subir à travers le temps et l'espace, dans leurs nombreuses migrations.

Il semblerait donc que le meilleur moyen de donner une idée un peu exacte de la faune d'un terrain situé dans une contrée lointaine, et dont la connaissance, si précieuse, servira peut-être aux géologues à combler une des lacunes que nous signalions plus haut, ce moyen, disons-nous, n'est pas seulement de fournir de nombreuses listes de fossiles, trop souvent établies au moyen d'identifications forcées et sur de mauvais exemplaires. Nous croyons qu'il importe surtout de faire figurer le plus exactement qu'il est possible les formes qui ne sont pas absolument identiques avec nos types européens et d'insister sur leurs caractères différentiels, quelque légers qu'ils puissent être, sans toutefois se hâter d'y puiser les éléments d'une distinction spécifique.

Telles sont les idées qui nous ont guidé dans nos recherches sur les fossiles de la Palestine, lesquels présentent parfois, avec nos types d'Europe, des ressemblances frappantes, mais qui ne vont pas toujours jusqu'à l'identité. Ces légères différences nous ont paru souvent ne devoir légitimer que la création de simples variétés, alors que d'autres naturalistes, conduits par des idées générales différentes, se seraient assurément crus autorisés à les envisager comme des espèces nouvelles. Comme nous indiquons le cantonnement et les caractères distinctifs de ces variétés ou races, s'il nous arrivait d'avoir tort en cela, le mal serait facile à réparer ; mais nous conserverons la conviction d'avoir mieux rendu le *facies* original de ces faunes étrangères, en agissant ainsi.

Nous avons aussi cherché, ainsi qu'on l'a vu dans la première partie de ce travail, à éviter d'établir des synchronismes trop étroits entre les couches qui, en Europe, en Afrique et en Asie, renferment quelques fossiles communs. Ces synchronismes, pour avoir de la valeur, lorsqu'il s'agit de régions aussi éloignées et aussi incomplétement connues, doivent être compris largement et ne point s'appliquer à de simples horizons fossilifères régionaux. La preuve en est dans la difficulté qu'éprouvent encore, en France, nos meilleurs géologues, lorsqu'ils veulent établir minutieusement le synchronisme des dépôts crétacés des trois bassins anglo-parisien, aquitanien et provencien.

C'est sous le bénéfice de ces observations générales que nous présenterons l'étude des

fossiles crétacés que renferment les roches des pays dont nous nous occupons dans ce travail.

Nous avons vu dans l'un des chapitres précédents que les faunes antérieures à l'époque crétacée ne nous étaient connues que par des indices peu nombreux et quelquefois peu authentiques.

Quant à la faune crétacée elle-même, elle n'est représentée avec quelque richesse, dans les contrées que nous décrivons, qu'au sein des couches de la portion moyenne de ce terrain.

L'existence du terrain néocomien, dans le Liban, est à la vérité incontestable ; mais nous n'en connaissons encore, ainsi que pour le terrain jurassique, que des fossiles peu nombreux. C'est l'étage cénomanien qui nous fournit, à cet égard, les indications les plus nombreuses et les plus complètes, et la faune offre des ressemblances bien prononcées avec la faune cénomanienne de l'Algérie, dont on doit surtout la connaissance aux travaux de MM. Coquand et Péron.

Nous avons déjà insisté, dans nos précédents travaux, sur cette parenté de la craie d'Arabie, de Syrie et d'Égypte, avec les couches qui représentent en Algérie l'étage cénomanien. Nous avons montré que cette ressemblance se maintenait sur une longue bande tropicale s'étendant du Maroc à l'Inde, comme si, à l'époque crétacée, il y avait eu déjà des zones homœozoïques. Nous avions dû jusqu'ici établir le plus souvent nos rapprochements d'après des figures plus ou moins bien faites et quelques rares fossiles algériens épars dans les collections publiques de Paris.

Nous avons eu récemment la bonne fortune de pouvoir consulter la belle collection de M. Péron, si riche en fossiles de la craie d'Algérie et dans laquelle se trouvent un grand nombre des types spécifiques publiés par M. Coquand.

De l'examen de ces fossiles nombreux et choisis, que M. Péron nous communiquait avec tant de bonne grâce et d'obligeance, est résultée la confirmation pleine et entière des rapprochements que nous avions prudemment tentés. De plus, les contradictions apparentes qui existaient entre M. Péron et nous, au sujet des niveaux relatifs de certaines espèces d'oursins, se sont entièrement expliquées, et nous avons partagé avec notre savant et excellent confrère, la joie de voir nos observations en Asie et en Afrique se confirmer mutuellement de la façon la plus heureuse. Il est donc maintenant bien établi, ainsi que nous l'avions annoncé dans nos premiers travaux, que c'est avec le terrain cénomanien d'Algérie que notre craie fossilifère de Palestine offre les analogies les plus nombreuses. Ces analogies sont tellement frappantes, qu'en parcourant des yeux la collection recueillie à Batna, par

M. Péron, je me croyais revenu sur les bords de la mer Morte. Il y aurait lieu d'être grandement surpris que des ressemblances aussi fidèles aient pu se conserver entre ces faunes cénomaniennes sur des distances aussi considérables, si l'on ne remarquait que dans cette mer Asiatico-Européenne, dont la Méditerranée n'est plus, de nos jours, qu'un fond très-réduit, les espèces animales ont dû se trouver dans les mêmes conditions de vie et d'habitat sous l'influence d'une même latitude.

La profusion des Oursins et des Huîtres dans les assises inférieures de ce terrain feraient penser qu'au moment de son dépôt, le nord de l'Afrique, la Syrie et l'Arabie formaient des fonds peu profonds et rapprochés des rivages de la mer cénomanienne. Les Ammonites et les Rudistes, qui leur succèdent dans les horizons moyens et supérieurs du même étage, semblent indiquer une submersion postérieure plus complète des mêmes régions.

Parmi les Mollusques, ce sont les Huîtres qui sont le mieux représentées. Les Exogyres dominent, et leurs formes se groupent souvent autour de certains types comme autant de variétés d'une même espèce, ou comme des espèces *proches alliées*. Telles sont notamment les diverses formes de l'*Ostrea Mermeti*, que nous aurons occasion de décrire plus loin et que nous avons fait figurer (Pl. IX). Si l'on ne possédait un assez grand nombre d'échantillons pour permettre de relier ces diverses variétés par des formes intermédiaires, on pourrait les considérer comme autant d'espèces différentes, et c'est, saus nul doute, ce que feront les naturalistes pour lesquels des différences très-légères dans la taille ou l'accentuation plus ou moins grande, soit des stries d'accroissement, soit des plis du crochet, sont des caractères distinctifs suffisants pour légitimer la création d'une espèce.

Les Rudistes sont, en général, très-mal conservés, et leur détermination n'a pu être faite jusqu'à présent avec assez de soin pour qu'il soit possible d'en tirer quelques données bien positives.

Les Échinodermes le disputent en importance aux Huîtres, dans les couches cénomaniennes de la Palestine. Les *Hemiaster* y sont abondamment répandus et l'on y retrouve une espèce assez cosmopolite, l'*Heterodiadema Libycum*, qui caractérise aussi ces niveaux en Algérie et en France.

Les Foraminifères microscopiques, qui pullulent dans certains horizons de notre craie de Syrie, offrent entre eux, d'après M. Terquem, à l'examen duquel nous les avons soumis, de nombreux passages et des variations très-multiples qui viennent confirmer les observations de M. Carpenter.

Quant aux Poissons crétacés de la Syrie, ils sont venus apporter aux vues générales de MM. Agassiz et Pictet une importante confirmation en prouvant une fois de plus que, con-

trairement aux autres animaux, les Poissons avaient subi leurs plus profondes modifications dans l'intervalle de temps qui a séparé le dépôt du terrain jurassique de celui du terrain crétacé, et non dans le passage de l'époque crétacée à l'époque tertiaire, où se manifeste, cependant, un si grand changement général dans les formes des Mollusques. Les Téléostéens s'y trouvent déjà en grand nombre, tandis qu'on n'y rencontre déjà plus de véritable Ganoïde.

Malgré la présence en Égypte et en Arabie Pétrée de quelques espèces qui paraissent appartenir aux horizons supérieurs de la craie, on n'a jusqu'à présent, ainsi que nous l'avons vu, rencontré dans ces contrées, non plus qu'en Palestine, aucun représentant bien authentique de la craie supérieure.

La faune si problématique des marnes crayeuses à silex, sur laquelle nous avons déjà insisté et que nous avons cru devoir maintenir dans la craie à cause des relations stratigraphiques et des caractères lithologiques du dépôt qui les contient, cette faune n'offre d'espèce commune avec aucun terrain, ce qui ne permet pas de la classer définitivement. L'abondance des Turritelles carénées, des *Léda* et des Scalaires, lui donne un cachet tout particulier.

Dans l'énumération méthodique des fossiles qui constituent la faune crétacée de la Palestine, nous adopterons, pour plus de clarté et de facilité dans les recherches, l'ordre zoologique, en commençant par les animaux les plus supérieurs, les Vertébrés, et poursuivant cette étude jusqu'aux plus inférieurs, tels que les protozoaires.

Les espèces nouvelles sont décrites à la place qu'elles occupent dans cet ordre général. Il en est de même des variétés.

## EMBRANCHEMENT DES VERTÉBRÉS.

### CLASSE DES POISSONS.

Nous avons indiqué, dans le chapitre précédent, l'abondance des Poissons fossiles qu'on rencontre en Syrie, particulièrement à certains niveaux, dans la craie. Voici les listes des espèces qui ont été recueillies dans le Liban et dans la Palestine.

### I. — FAUNE DE SAHEL-ALMA (LIBAN) (1).

*Beryx syriacus*, Pict. et Humb.
*Pycnosterix discoides*, Heckel.
— *Heckelii*, Pict.
— *dorsalis*, Pict.
— *Russeggeri*, Heck.
— *elongatus*, Pict. et Humb. (*Beryx niger*, Costa).
*Imogaster auratus*, Costa.
*Omosoma Sahel-Almæ*, Costa.
*Pagellus libanicus*, Pict.
*Cheirothrix libanicus*, Pict. et Humb.
*Solenognathus lineolatus*, Pict. et Humb.
*Leptosomus macrourus*, Pict. et Humb.
— *crassicostatus*, Pict. et Humb.
*Osmeroides megapterus*, Pict.
*Opisthopteryx gracilis*, Pict. et Humb. (*Mesogaster gracilis*, Pict.).
*Rhinellus furcatus*, Ag.
*Spaniodon Blondelii*, Pict.
— *elongatus*, Pict.
— *brevis* Pict. et Humb. (*Clupea lata*, Pict., non *Cl. lata*, Ag.).
*Dercetis linguifer*, Pict.
*Leptotrachelus triqueter*, Pict.
— *tenuis*, Pict.
*Eurypholis longidens*, Pict. (*Isodus sulcatus*, Heck.).
*Scyllium Sahel-Almæ*, Pict. et Humb.
*Spinax primævus*, Pict.

### II. — FAUNE DE HAKEL (LIBAN) (2).

*Beryx vexillifer*, Pict.
*Pseudo-Beryx syriacus*, Pict. et Humb.

(1) D'après MM. Pictet et Humbert, *Nouvelles Recherches sur des Poissons fossiles du mont Liban*, 1866, p. 23. — Voyez les renseignements que nous avons donnés plus haut sur ce gisement (chapitre précédent, p. 55).
(2) D'après MM. Pictet et Humbert, *op. cit.* — Voyez plus haut, chapitre précédent, p. 55.

*Pseudo-Beryx Bottæ*, Pict. et Humb.
*Platax minor*, Pict.
*Petalopteryx syriacus*, Pict.
*Clupea Gaudryi*, Pict. et Humb.
— *brevissima*, Blainv.
— *Bottæ*, Pict. et Humb.
— *sardinoides*, Pict.
— *lata*, Ag., non Pict.
— *laticauda*, Pict.
— *Beurardi*, Blainv.
— *gigantea*, Heck.
*Scombroclupea macrophthalma* (Heck.), Pict. et Humb.
*Chirocentrites libanicus*, Pict. et Humb.
*Coccodus armatus*, Pict.
*Leptotrachelus Hakelensis*, Pict. et Humb.
*Euripholis Boissieri*, Pict.
*Aspidopleurus cataphractus*, Pict. et Humb.
*Rhinobatus Maronita*, Pict. et Humb.
*Cyclobatis oligodactylus*, Egerton.

**Clupea Larteti,** Sauvage.

M. Sauvage a bien voulu nous dédier cette nouvelle espèce dont voici, d'après lui, la description succincte :

« Cette espèce, qui rappelle le *Clupea sardinoides*, Pict., du même niveau, est en forme d'ovale allongé; la hauteur maximum, 17 millimètres, qui se trouve au niveau de l'origine de la dorsale, est comprise un peu plus de quatre fois dans la longueur totale (72 millimètres).

« La longueur de la tête (22 millimètres), plus grande que la hauteur du corps, est contenue trois fois dans la même dimension.

« La hauteur de la tête est une fois et un tiers dans sa longueur.

« Le profil en est peu incliné, comme dans les vrais Clupes d'ailleurs. La bouche est très-peu fendue, la mâchoire supérieure dépassant un peu l'inférieure. Le maxillaire supérieur est plus arqué en avant que dans les espèces étudiées par MM. Pictet et Humbert

(*Nouvelles Recherches sur les Poissons fossiles du mont Liban*). L'œil est grand, oblong, situé beaucoup plus près du museau que du bord postérieur de la tête.

« La colonne vertébrale, grêle, compte 39 vertèbres, dont 19 abdominales et 20 caudales, plus longues que hautes. Les côtes sont au nombre de 12 paires. On voit distinctement deux séries d'apophyses minces, tant en haut qu'en bas, qui s'étendent jusque près de la partie postérieure du corps. La dentelure du ventre est produite par des côtes sternales dont nous comptons 9 paires en arrière des ventrales et 14 en avant de ces nageoires.

« La dorsale est située très-sensiblement en avant de la longueur totale, un peu en arrière du milieu de la longueur, caudale non comprise. Cette nageoire est peu étendue, occupant moins d'un tiers de la ligne du dos. On compte 14 rayons faibles soutenus par 15 osselets faibles.

« L'anale est placée plus près des ventrales que de la caudale. Elle est très-étendue et va jusque près du pédicule de la caudale. Les rayons, au nombre de 26, sont supportés par des osselets longs et forts. Les premiers rayons sont de beaucoup les plus longs, de sorte que la nageoire est tronquée comme dans le *Clupea brevissima*, Blainv., du même niveau. Faisons de plus remarquer que la nageoire commence un peu en arrière de la terminaison de la dorsale.

« La caudale est grande, comprise près de quatre fois dans la longueur totale ; on y compte 23 grands rayons.

« Les pectorales sont médiocres, un peu arrondies, composées de 12 rayons.

« Les ventrales s'attachent un peu en avant du milieu de l'espace qui sépare les nageoires précédemment indiquées de l'origine de l'anale, sous le milieu de la dorsale. Elles sont courtes et composées de peu de rayons.

« Muséum d'histoire naturelle ; individu donné par M. Abdulla-bey. — Calcaires durs de Hakel. »

### ESPÈCES DE PROVENANCES DOUTEUSES.

*Vomer parvulus*, Ag.
*Pagellus leptosteus*, Ag.
*Sphyræna Amici*, Ag.
*Clupea minima*, Ag.

III. — POISSONS DE KALWET, PRÈS DE HASBEYA (ANTI-LIBAN) (1).

Écusson dorsal d'Hopopleuride, se rapportant sans doute à un *Euripholis*.

IV. — POISSONS DE NEBI-MUSA (JUDÉE), ENTRE JÉRUSALEM ET LA MER MORTE (2).

*Lamna*, dans le calcaire à *Leda*.

Les dents qui représentent ce genre diffèrent du *Lamna elegans*.

*Beryx?* Cténoïde, dans le calcaire bitumineux.

V. — POISSONS DES ENVIRONS DE JÉRUSALEM (JUDÉE) (3).

*Ptychodus polygyrus*, Ag.
*Corax heterodon*, Reuss (*C. falcatus*, Ag.), de la craie de Bohême.
*Lamna subulata*, Ag.
— *elegans*, Ag.

## EMBRANCHEMENT DES ANNELÉS.

### CLASSE DES INSECTES.

M. Humbert a découvert, dans les calcaires crétacés de Hakel, dans le Liban (Syrie), une empreinte d'Insecte orthoptère (voy. chapitre précédent, p. 56).

### CLASSE DES CRUSTACÉS.

Botta et M. Humbert ont signalé l'existence de débris de Crustacés dans les calcaires crétacés de Hakel (Liban).

(1) Recueillis par nous et déterminés par M. Sauvage. — Voyez chapitre précédent.
(2) Idem.
(3) Recueillis par le docteur Roth. — Fraas, *Aus dem Orient*.

## EMBRANCHEMENT DES MOLLUSQUES.

### CLASSE DES CÉPHALOPODES.

#### CÉPHALOPODES DIBRANCHES.

##### 1° Octopodes.

*Calaïs Newboldtii*, Sow. — Empreinte de Céphalopode dans les calcaires à Poissons du Liban. (Collection de la Société géologique de Londres.)

Cette empreinte curieuse, très-bien conservée, a été recueillie par M. Newboldt.

##### 2° Décapodes.

Débris de Céphalopodes de la famille des *Sepiadæ*, provenant des mêmes calcaires crétacés du Liban. (Collection du Muséum.)

#### CÉPHALOPODES TÉTRABRANCHES.

##### 3° Ammonitides.

**Ammonites Mantelli,** Sow. (Fraas). — Environs de Jérusalem.
(Pl. VIII, *fig.* 3.)

Nous avons trouvé cette dernière espèce en divers points de la Palestine : par exemple, dans les escarpements d'Aïn-Ghuweir, près de la mer Morte. Les empreintes d'Ammonites que l'on observe dans les calcaires d'Aïn-Musa et dans les silex bréchoïdes à débris de Poissons de la Judée, paraissent se rapporter à cette même espèce. Enfin, M. Durigelo, agent consulaire à Saïda (Sidon), nous a donné un exemplaire silicifié et fort reconnaissable de cette coquille, qu'il avait recueilli à Chalaboun, près de Tibnin (Galilée). Nous avons représenté cet échantillon dans la Pl. VIII, *fig.* 3. Il est en silex jaunâtre.

M. Péron a recueilli dans le cénomanien de l'Algérie des moules tout semblables qui paraissent représenter la même espèce.

**Ammonites texanus,** Rœmer, *Die Kreidebild. v. Texas*, Bonn, 1852.
(Pl. VIII, *fig.* 4.)

Nous avons cru devoir rapprocher de cette espèce une belle Ammonite recueillie par nous près de Kerak (Moabitide), dans les horizons supérieurs de la craie moyenne, mais au-dessous de la craie à silex, et que nous avons fait figurer Pl. VIII, *fig.* 4.

M. Brossard a découvert déjà cette espèce dans le terrain crétacé de l'Algérie (1), qui offre, ainsi qu'on l'a vu, tant d'analogies avec celui de la Syrie. M. Péron l'y a également rencontrée.

Il est possible que cette Ammonite soit la même que celle dont M. Fraas indique la présence dans le *Kakulleh* de Jérusalem, sous le nom d'*Ammonites Lyelli*.

Loc. — Kerak, dans les calcaires blancs tendres, crétacés, supérieurs. Le moule est en calcaire plus compacte, légèrement pénétré de silice. On aperçoit des écailles de Poisson attachées à sa surface.

**Ammonites Luynesi** (2).
(Pl. VIII, *fig.* 5 et 6.)

| | |
|---|---|
| Diamètre maximum | 0m,03 |
| Épaisseur maximum du dernier tour | 0m,01 |
| Diamètre de l'ombilic | 0m,008 |

Description. — Coquille assez comprimée, à dos arrondi et très-convexe, aplatie latéralement et diminuant d'épaisseur vers vers l'ombilic. Tours embrassants, croissant rapidement et surtout épais dans la région dorsale. Ombilic médiocrement ouvert et peu profond. Ouverture ovale, échancrée par l'avant-dernier tour. Surface extérieure ornée de stries et de côtes irrégulières, peu marquées, qui s'infléchissent vers la bouche dans la région dorsale, et dont les plus fortes sont garnies, dans l'âge adulte, de chaque côté, de deux rangs de tubercules disposés le long de la région dorsale et de la région ventrale.

Nous ne connaissons aucune espèce d'ammonite avec laquelle notre coquille puisse être confondue.

Gisement. — Waddy Heïdan et waddy Mojib, dans l'Ammonitide. Elle est associée à l'*Ostrea Mermeti* var. *minor* et à l'*O. vesicularis* var. *judaica* jun., et caractérise un niveau bien déterminé.

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, t. XXIV, p. 387.
(2) Nous dédions cette espèce à feu M. le duc de Luynes.

**Ammonites,** Sp.

On trouve encore une autre espèce d'Ammonite dans les calcaires crayeux de Schihan, au-dessus des calcaires à *Hemiaster Luynesi*. Les débris que nous en avons sont malheureusement trop incomplets pour nous permettre une description ou une identification quelconque.

*Ammonites* (*Ceratites*, d'Orb.) *syriacus*, L. de Buch, *Ueber Ceratiten*, in *Acad. de Berlin*, 1848, Pl. VI, *fig.* 1. — Conrad, *Of. Rep.*, Pl. XIV, *fig.* 74. — Bhamdum (Liban).

*Ammonites Libanensis*, Conrad, *Of. Rep.*, Pl. XIV, *fig.* 46. — Liban.

— *Safedensis*, Conrad, *Of. Rep.*, Pl. XXI, *fig.* 124. — Safed (Galilée).

— *Rothomagensis*, Brongnt (d'après Fraas). — Des calcaires crayeux des environs de Jérusalem (Judée). Rapportée par Roth.

— *rusticus*, Sow. (d'après Fraas). — Béthanie, près de Jérusalem (Kakuleh).

— *varians*, Sow. (Fraas). — Environs de Jérusalem.

— *Goliath*, Fraas, *Aus dem Orient*, Pl. I, *fig.* 18. — Id.

— *rostratus*, Sow. (Fraas). — Id.

— *fissicostatus*, d'Orb. (Fraas). — Id.

— *bicurvatus*, Mich. (Fraas). — Id.

— *Lyelli*, Leymerie (Fraas). — Id.

Empreintes d'Ammonites dans les calcaires à Poissons de Hakel, dans le Liban (d'après M. Humbert), et de Kalwet, dans l'Anti-Liban (Syrie. (*Voyez* chapitre précédent, p. 57.)

*Ancyloceras? Safedensis*, Conrad, *Of. Rep.*, Pl. XX, *fig.* 117.

Espèce créée d'après une mauvaise empreinte qui permettrait à peine d'en établir le genre.

Loc. — Safed (Galilée).

*Baculites anceps*, Lamarck (d'après Fraas), *Aus dem Orient*, Pl. I, *fig.* 16.

Loc. — Vallée du Kedron, près du bord occidental de la mer Morte, et calcaires bitumineux de Mar-Saba.

Remarque. — Il est probable que c'est à cette espèce que se rapportent les fragments

informes figurés par Conrad sous le nom de *Baculites syriacus* (*Of. Rep.*, Pl. XX, *fig.* 121), et qui venaient des escarpements d'Aïn-Turabeh, dans la même région que les gisements précédents.

**Baculites asper,** Morton (Rœmer, *Die Kreidebild. von Texas*, Pl. II, *fig.* 2). (Pl. XI, *fig.* 25.)

C'est à cette espèce que nous croyons devoir rapporter une belle Baculite, figurée Pl. VIII, *fig.* 7, et que nous avons recueillie dans les calcaires compactes qui forment le seuil de l'Arabah (Arabie Pétrée). L'espèce figurée par Rœmer est un peu plus grande que la nôtre, mais l'écartement et le renflement des paraboles sont les mêmes.

Dujardin a décrit sous le nom de *Baculites incurvatus*, et comme se trouvant dans la craie de Touraine (*Mémoires de la Soc. géol. de France*, 1835, t. II, 2e part., Pl. XXII, *fig.* 13, *a-b*), une Baculite assez voisine de la nôtre, mais qui en diffère par la forme de sa section et par le nombre plus considérable de ses paraboles, qui sont moins accusées que dans notre espèce.

M. Fraas a figuré (*loc. cit.* Pl. I, *fig.* 17), comme se rapportant au *Baculites anceps* un petit tronçon de *Baculite* qui offre les mêmes caractères que la nôtre, et qui vient des environs de la mer Morte. Le *Baculites anceps* de M. Fraas est droit, tandis que notre Baculite de l'Arabah est courbée, plus encore que ne l'indique notre figure.

Gisement. — Seuil de l'Arabah et bord occidental de la mer Morte.

## CLASSE DES GASTÉROPODES.

*Strombus pervetus*, Conrad, *Of. Rep.*, Pl. XIII, *fig.* 73. — Aklim es Schuf (Liban).

Nous avons trouvé au waddy Heïdan un moule de Gastéropode qui se rapproche de cette forme et ressemble ainsi au *Pterocera inornata*. La collection de conchyliologie du Muséum renferme aussi des moules analogues recueillis par Lefèvre dans le Sinaï.

*Pterocera ?*

Un des moules décrits sous le nom de *Chenopus* par Conrad (*Of. Rep.*, Suppl., Pl. VIII, *fig.* 51, 52) paraît appartenir à ce genre. Il a été recueilli à Abeih, dans le Liban.

*Rostellaria carinella*, d'Orb. (d'après Fraas). — Des calcaires à *Leda* de Mar-Sàba (Judée).

*Rostellaria inornata*, d'Orb. (Fraas). — De Mar-Saba.

Nous avons également rencontré dans les silex de l'Arabah et de Schihan des fragments de spire qui paraissent se rapporter à des Rostellaires.

**Murex,** spec. nov. ?
(Pl. XII, *fig.* 27.)

Nous ne connaissons pas la bouche de cette jolie espèce qui se trouve associée à des Cérithes triphores et à des Pyramidelles.

Loc. — Tell-Mill, près de Kurnub (Thamar), en Judée.

*Cancellaria? petrosa*, Conrad, *Of. Rep.*, Suppl., Pl. V, *fig.* 43.

Moule mal caractérisé, qui ne pourrait justifier, comme beaucoup d'autres publiés par le même auteur, l'identification avec une espèce connue et, à plus forte raison, la création d'une nouvelle espèce.

*Fusus Ellerii*, Conrad, *Of. Rep.*, Append., Pl. XXVI, *fig.* 62. — Waddy Burkin (montagnes de la Samarie).

*Natica lyrata*, Sow. (Fraas). — Dans le calcaire bitumineux à Baculites des environs de la mer Morte.

*Natica orientalis*, Conrad, *Of. Rep.*, Suppl., Pl. V, *fig.* 41. — Abeih (Liban).

Espèce établie d'après un moule mal caractérisé.

*Natica indurata*, Conrad, *Of. Rep.*, Pl. II, *fig.* 65. — Mukhtarah, Bhandum (Liban).

Espèce également établie sur un moule informe.

*Natica syriaca*, Conrad, *Of. Rep.*, Pl. XII, *fig.* 70. — Mukhtarah, Jezzin, El-Judeideh, es Schuf (Liban).

*Natica difficilis*. — Cités dans les calcaires à Poissons du Liban par M. Humbert.

Nous avons trouvé à Kurnub (Thamar), dans le sud de la Judée, une Natice qui se rapproche beaucoup de cette dernière espèce.

Nous avons, en outre, recueilli un assez grand nombre de Natices dans les couches cénomaniennes de la Palestine; malheureusement ces Mollusques y sont seulement repré-

sentés par des moules, et nous n'imiterons pas M. Conrad et quelques autres auteurs, en créant des espèces d'après des documents aussi incomplets.

Les moules figurés Pl. VIII, *fig.* 13 et *fig.* 14, viennent, le premier d'Aïn Musa, le second du waddy Mojib. Ils se rapportent soit à des Natices, soit à de jeunes Ptérodontes.

Les seuls exemplaires qui aient conservé leur test sont ceux que l'on rencontre dans les silex de Schihan, où ces coquilles sont répandues à profusion. Il y en a plusieurs espèces. La plus intéressante, que nous avons fait figurer Pl. XII, *fig.* 17, 18, se rapproche beaucoup de certaines formes tertiaires.

*Pyramidella canaliculata*, d'Orb. ? (Fraas). — Khan Lubban (Samarie).

**Pyramidella,** sp. n.
(Pl. XII, *fig.* 25 et 26.)

Bien que sa columelle ne porte point de dents (visibles au moins dans l'état de conservation et de troncature de cet échantillon), nous n'hésitons pas à rapprocher cette coquille des Pyramidelles, dont elle offre tous les autres caractères.

Loc. — Tell-Mill, près de Kurnub (Thamar), en Judée.

*Chemnitzia syriaca*, Fraas, *loc. cit.*, Pl. I, *fig.* 4. — Rivage occidental de la mer Morte.

*Cerithium? bilineatum*, Conrad, *Of. Rep.*, App., Pl. V, *fig.* 39. — Aïn-Anub (Liban).

Dans la figure donnée par Conrad de cette coquille, la bouche est comme empâtée et l'on ne distingue point les caractères du genre. Par son port et sa taille, ce prétendu Cérithe se rapproche beaucoup de l'espèce de Pyramidelle dont nous venons de parler.

**Cerithium?** nov. spec.
(Pl. XII, *fig.* 19 *a* et 19 *b*.)

Description. — Coquille conique allongée, à tours de spire peu nombreux, 6-7; les premiers presque lisses, les derniers portant des côtes longitudinales nombreuses, rapprochées, allongées, croisées par des cordons transverses qui les rendent presque épineuses; dernier tout dilaté, atteignant le tiers de la longueur totale, à côtes longitudinales, un peu plus écartées que sur l'avant-dernier tour et disparaissant vers sa face antérieure.

Les cordons spiraux sont nombreux, inégaux et concentriques à la columelle.

Nous rapportons au genre *Cerithium* cette coquille très-délicatement ornée et en partie engagée dans un silex. Ne pouvant en dégager la bouche, nous ne pouvons en déterminer le genre avec certitude, et bien que nous soyons persuadé que c'est une espèce nouvelle, il ne nous paraît pas permis, dans ces conditions, de lui donner un nom spécifique.

On la trouve dans les bancs de silex que couronnent les hauteurs de la Moabitide, à Schihan.

**Triphoris Vogüei** (1).

(Pl. XII, *fig.* 23 *a* et 24, grandeur naturelle; *fig.* 23 *b* et 24 *b*, représentant l'un des tours grossi.)

Description. — Coquille sénestre, turriculée, allongée aiguë, étroite, à tours de spire très-nombreux et peu convexes. Suture assez profonde. Surface extérieure des tours portant trois rangées de tubercules disposées en séries transversales; deux rangées à la partie inférieure des tours de spire, une rangée à la partie supérieure. Tubercules de ces trois rangées arrondis, équidistants, de même dimension. Ouverture inconnue.

Longueur, 24 millimètres. — Largeur du dernier tour, 5 millimètres.

Bien que nous ne connaissions point la bouche de ce Gastéropode, son mode d'enroulement, son port et la disposition de ses ornements sont assez caractéristiques pour nous permettre de le rapporter avec certitude aux *Triphoris*, sous-genre détaché des Cérithes, et dont la spire s'enroule en sens inverse de celle de ces derniers.

Notre espèce est remarquable par sa grande taille, et se distingue des espèces voisines du même genre par la disposition des tubercules alignés sur trois rangs inégalement distants, suivant le sens de la spire. La *figure* 7, qui représente un grossissement de l'un des tours de spire, montre que les deux rangs inférieurs de tubercules, très-rapprochés l'un de l'autre près de la suture, sont séparés par une petite gorge du rang supérieur, situé lui-même près de la partie supérieure du tour.

Cette jolie coquille se trouve à l'état d'empreintes très-nettes, dont on peut prendre de très-bons moulages, dans les calcaires de Tell-Mill, près de Kurnub (Thamar), en Judée.

Nous avons déjà fait mention de plusieurs Gastéropodes appartenant aux genres *Murex* et *Pyramidella*, qui proviennent de ce même gisement de Tell-Mill. Il faut ajouter qu'outre les *Triphoris* dont nous venons de parler, on y rencontre encore des corps tout à fait énigmatiques, composés de petits ovoïdes rayonnant autour d'un centre d'une façon très-régu-

(1) Dédié à M. le comte de Vogüé, membre de l'Institut, ambassadeur à Constantinople, auquel on doit de si belles études archéologiques sur la Palestine.

lière. Nous nous sommes contenté de représenter ces corps singuliers (Pl. XII, *fig.* 29, 30), sans prétendre décider si ce sont des Foraminifères, des œufs de Mollusque, ou tout autre chose.

Les *figures* 28, 29, 30 *a* représentent un groupe d'ovoïdes en vraie grandeur; la *figure* 30 *b* en offre un grossissement.

Tous ces corps organisés ne sont représentés que par des empreintes en creux dans un calcaire criblé de vacuoles et très-peu effervescent avec les acides. Leur moule interne a disparu, et il suffit d'y couler du plâtre ou du mastic pour obtenir des reproductions fort satisfaisantes de ces animaux.

**Nerinæa gemmifera**, Coquand. — (Coquand, *Géol. et Paléont. de la prov. de Constantine*, Pl. IV, *fig.* 4).
(Pl. VIII, *fig.* 12.)

Nous avons recueilli cette belle espèce au jebel el Museikah, près de Kurnub, dans la partie méridionale de la chaîne de Judée. Elle s'y trouve dans un calcaire jaunâtre, ainsi que des Natices, des Turritelles, etc.... Le *Nerinæa gemmifera* se rencontre en Algérie, dans l'étage *provencien* de M. Coquand, avec l'*Ostrea Mermeti* et des Hippurites.

Dans l'exemplaire figuré par M. Coquand, les tours ne sont pas séparés par un angle rentrant, comme dans notre figure, ou d'ailleurs cette disposition a été exagérée beaucoup.

*Nerinæa Requieniana*, d'Orb. (d'après Fraas). — Calcaires à Rudistes des environs de Jérusalem.

*Nerinæa Fleuriausa*, d'Orb. (id.). — Même gisement.

— *Coquandiana*, d'Orb. (id.). — Même gisement.

— *mamilla*, Fraas (*loc. cit.*, Pl. I, *fig.* 6). — Même gisement.

— *Schickii*, Fraas, (*loc. cit.*, Pl. I, *fig.* 11). — Environs de Jérusalem.

Cette espèce n'est établie que d'après une mauvaise empreinte en creux.

*Nerinæa longissima*, Fraas (*loc. cit.*, Pl. I, *fig.* 10). — Environs de Jérusalem.

Espèce établie, comme la précédente, d'après une empreinte en creux.

*Nerinæa abbreviata*, Conrad, *Of. Rep.*, Append., Pl. V, *fig.* 36. — Aïn-Anub (Liban), et environs de Jérusalem (Judée).

Cette espèce est établie d'après un moule, et il n'est pas bien sûr qu'elle se rapporte au genre *Nerinæa*.

*Nerinœa syriaca*, Conrad, *Of. Rep.*, Append., Pl. V, *fig.* 33 à 38; Pl. 12, *fig.* 72. — Aïn-Anub, Bhandum, dans le Liban.

Sous cette unique dénomination spécifique, M. Conrad a confondu plusieurs espèces de Nérinées, à en juger au moins d'après ses figures. La première figure qu'il en donne (Pl. XII, *fig.* 72) se rapporte à une Nérinée de grande taille et d'une forme générale, voisine de celles des *Nerinœa Gosœ* et *N. Pauli.* Nous avons observé au Nahr el Kelb (Liban) des calcaires à Polypiers qui renfermaient des Nérinées de ce groupe (voy. p. 51). Dans son *Appendice*, M. Conrad décrit et figure sous le même nom de petites espèces de Nérinées qui offrent encore entre elles des différences notables, et ne pourraient, dans aucun cas, être confondues avec la première.

Quelques unes de ces Nérinées pourraient se rapprocher de la *Nerinœa cenomanensis* d'Algérie.

*Nerinœa ? orientalis*, Conrad, *Of. Rep.*, Append., Pl. V, *fig.* 32. — Aïn-Anub (Liban).

Espèce établie d'après le sommet de la spire.

*Nerinœa cochleœformis*, Conrad, *Of. Rep.*, Append., Pl. IV, *fig.* 29. — Aïn-Anub (Liban).

L'échantillon qui a servi de type à cette espèce est encore fort incomplet.

*Nerinœa Hadith*, Conrad, *Of. Rep.*, Append., Pl. IV, *fig.* 30 et 31. — Aïn-Anub (Liban).

Les deux échantillons que représentent ces deux figures sont en trop mauvais état pour pouvoir justifier la création de cette espèce.

*Chenopus ?* (*Aporrhaïs,* Aldrov.) *induratus*, Conrad, *Of. Rep*,, Pl. XI, *fig.* 69. — Bhandum (Liban).

Le moule que M. Conrad figure sous ce nom pourrait bien se rapporter à un autre genre. Il a le port du *Pterodonta elongata*, d'Orb.

*Chenopus ? syriacus*, Conrad, *Of. Rep.*, Pl. XII, *fig.* 71. — Bhandum (Liban).

Moule voisin de ceux des *Natica prœlonga* et *elatior*.

*Chenopus turriculoides*, Conrad, *Of. Rep.*, Pl. X, *fig.* 62. — Bhandum, waddy es Schahrur (Liban).

Cette espèce ne pourrait-elle pas se rapporter au *Phasianella Beadlei*, d'Orb., rapporté du Liban par le père Beadle?

*Turritella peralveata*, Conrad, *Of. Rep.*, Pl. XX, *fig.* 120. — Bhandum (Liban).

Cette espèce dont les tours sont tricarénés, paraît se retrouver en Égypte, mais nous ne sommes pas bien sûr qu'elle soit crétacee et non nummulitique.

*Turritella syriaca*, Conrad, *Of. Rep.*, Pl. XV, *fig.* 75, App., Pl. V, *fig.* 42. — Bhandum et Aïn-Anub (Liban).

Ce ne sont encore que des moules qui représentent cette espèce.

*Turritella magnicostata*, Conrad, *Of. Rep.*, Pl. X, *fig.* 63 et 64. — Bhandum et Jezzin (Liban).

La *figure* 63 se rapporte à un moule roulé absolument informe. La *figure* 64 ne donne que la portion médiane de la spire privée du sommet et de la bouche. On se demande d'après quel caractère l'auteur de cette espèce a pu en établir même le genre? Par son mode d'ornementation cette coquille se rapproche de certaines Mélanies tertiaires.

*Turritella Adullam*, Fraas, *Aus dem Or.*, Pl. I, *fig.* 5. — Entre la mer Morte et Bethléem.

Nous avons trouvé une Turritelle assez semblable à celle-là dans les silex du jebel Attarus, dans l'Ammonitide.

**Turritella nerinæformis,** Coquand, *Géol. et Paléont. de la prov. de Constantine*, Pl. III, *fig.* 2. — Envir. de Kerak (Moabitide).
(Pl. VIII, *fig.* 11.)

Nous avons recueilli cette espèce sur le chemin de Kerak à la mer Morte.

En Algérie on la rencontre également dans le cénomanien (Rhotomagien de M. Coquand).

**Turritella Seetzeni** (1).

(Pl. XII. *fig.* 15 et 16 *a*, grandeur naturelle, et *fig.* 16 *b*, montrant l'un des tours grossi.)

| | |
|---|---|
| Longueur. . . . . . . . . . . . . . . | 0m.020 |
| Diamètre de la base. . . . . . . . . | 0,m008 |

(1) Nous dédions cette espèce à la mémoire de Seetzen, le seul voyageur qui ait, avant nous, parcouru d'une façon complète le littoral oriental de la mer Morte.

Coquille à spire allongée, formée d'environ huit tours, à convexité anguleuse, munis de deux carènes, l'une médiane, l'autre près de la suture antérieure. Sutures bien marquées.

Cette espèce se rapproche de certaines Turritelles tertiaires, notamment du *T. Archimedis* du miocène, et du *T. uniangularis*, du terrain nummulitique (1).

Loc. Mkaour (Macherontes), dans l'Ammonitide, à l'est de la mer Morte. Jebel Attarus (Moabitide). Aïn-Meliheh (Arabah).

**Turritella Maussi** (2).

(Pl. XII, *fig.* 13 *a* et 14, grandeur naturelle, et *fig.* 13 *b*, montrant l'un des tours grossi.)

Description. — Coquille turriculée, très-allongée, subcylindrique. Tours de spire s'accroissant très-lentement, convexes, arrondis dans leur portion médiane, séparés par une suture linéaire assez profonde, portant un grand nombre de stries spirales, dont deux situées vers le milieu du tour, sont un peu plus saillantes. Nos échantillons, incomplets, ont huit tours de spire; le nombre de ces derniers doit être bien plus considérable, d'après la forme cylindroïde de ces coquilles. Ouverture ovale, dilatée, transversale.

Rapports et Différences. — On trouve dans la craie du Beausset et dans celle de Blackdown, en Angleterre (*upper green Sand*), des Turritelles qui s'en rapprochent un peu. Néanmoins nous n'avons vu nulle part de *Turritella* offrant une forme aussi cylindrique que notre belle espèce, qui se distingue en même temps par son port particulier et le renflement de ses tours.

On la trouve à l'état silicifié dans les calcaires crayeux blancs des environs de Jérusalem.

**Turritella Reyi** (3).

(Pl. XII, *fig.* 17, 21 et 22, grandeur naturelle.)

Description. — Coquille turriculée, allongée. Tours de spire nombreux, convexes, fortement carénés dans leur partie médiane; suture linéaire, bordée à la partie supérieure des tours d'un petit cordon spiral; chaque tour est couvert de stries fines et longitudinales, qui deviennent un peu flexueuses à la partie inférieure du tour, où l'on voit, en outre, des

(1) Al. Rouault, *Mém. de la Soc. géol.*, 2e série, t. III, pl. 15, fig. 19.

(2) Dédié à M. Mauss, architecte français à Jérusalem, qui nous a donné cette belle espèce.

(3) Dédié à M. Guillaume Rey, dont nous avons déjà eu plusieurs fois occasion de citer les voyages en Palestine et les travaux archéologiques.

stries transversales très-fines et rapprochées. Carènes très-aiguës, surtout dans les premiers tours de spire. Ouverture inconnue.

La *fig.* 21 nous paraît se rapporter à un individu jeune de la même espèce. Les tours de spire sont très-fortement carénés. Comme dans l'espèce précédente, nous ne possédons que des échantillons incomplets qui ne nous permettent pas de connaître la longueur totale de la coquille.

Cette espèce se rapproche, par sa forme générale, de plusieurs espèces tertiaires, telles que le *T. acutangula*, Brocch., et le *T. Caillati*, Desh., par exemple. Elle s'en sépare cependant facilement, aussi bien que de certaines Turritelles de la craie du Beausset.

On la trouve dans les bancs de silex du jebel Schihan, dans la Moabitide (voy. le chapitre précédent, p. 71).

**Turritella,** spec.

(Pl. VIII, *fig.* 8 et 9.)

On trouve à Thamar (Judée) et à Aïn-Musa (Ammonitide) des Turritelles trop mal conservées pour mériter une description, et qui se rapprochent des *Turritella Boucheroni* et *carentonensis* de M. Coquand.

**Scalaria Goryi** (3).

(Pl. X, *fig.* 20 *a*, grandeur naturelle; *fig.* 20 *b*, grossie.)

| | |
|---|---|
| Longueur | 10 millimètres. |
| Largeur du dernier tour | 4 — |

Description. — Coquille conique. Tours de spire convexes et arrondis, au nombre de 6-7 sur la spire incomplète que nous possédons. Côtes, au nombre de 14 ou 15 sur le dernier tour, aiguës, également distantes, médiocrement saillantes; interstices sillonnés par de petites côtes transversales qui deviennent plus saillantes au niveau des sutures. Ouverture arrondie.

Se trouve avec le *Turritella Reyi*, que nous venons de décrire, dans les silex de Schihan (Moabitide).

*Scalaria Rauliniana*, d'Orb. (d'après Fraas). — Des calcaires noirs bitumineux à Baculites de Nebi-Musa et de Mar-Saba (Judée), entre Jérusalem et la mer Morte.

*Phasianella Absalonis*, Fraas, *Aus dem Or.*, Pl. I, *fig.* 3.

Cette espèce est l'une des plus douteuses de celles que nous venons de citer. A voir la figure de l'empreinte incomplète d'après laquelle elle a été établie, on se demande si l'on pourrait même, avec certitude, rapporter ce moule en creux à une Phasianelle.

*Phasianella supracretacea ?* — Waddy Mojib.

*Trochus Asterianus*, d'Orb. (d'après Fraas). — Dans le banc de silex des calcaires à Rudistes des environs de Jérusalem.

*Dentalium syriacum*, Conrad, *Of. Rep.*, Append., Pl. I, *fig.* 1. — Safed (Galilée).

*Dentalium Wilsoni*, Fraas, *Aus dem Or.*, Pl. I, *fig.* 12. — Mar-Saba (Judée). environs de Jérusalem.

Nous avons, en outre, trouvé des empreintes de Dentales dans les calcaires crayeux de Nebi-Musa, non loin de Mar-Saba (Judée), et dans les silex fossilifères de Schihan (Moabitide).

*Acteonella syriaca*, Conrad, *Of Rep.*, Suppl., Pl. V, *fig.* 40. — Liban, dans le banc siliceux intercalé au milieu des calcaires à Rudistes de Jérusalem.

*Acteonella Salomonis*, Fraas, Pl. I, *fig.* 3, *malé.* — Banc de silex intercalé aux calcaires à Rudistes des environs de Jérusalem. — Bancs de silex d'Aïn el Haramyeh.

**Ringicula,** nov. spec.

Nous avions d'abord considéré cette petite espèce comme appartenant au genre *Cassis*. On la trouve à l'état d'empreinte dans le silex de Schihan (Moabitide).

J'ai recueilli également dans la craie à Inocérames de Kalwet (Anti-Liban) des moules qui paraissent se rapporter à cette espèce.

Dujardin décrit sous le nom d'*Auricula sulcata* un Gastéropode de la craie de Touraine, dont on pourra vérifier la ressemblance avec notre Ringicule, en comparant la figure qu'il en donne (*Mém. de la Soc. géol. de France*, t. II, 2e part., Pl. XXII, *fig.* 3) avec celle de notre fossile que nous avons donné dans les *Annales géologiques*, Pl X, *fig.* 1 et 2. Loc. cit.

*Pterodonta elongata*, d'Orb. ?

Nous rapportons provisoirement à cette espèce des moules qui se trouvent à profusion dans certains horizons de la craie moyenne de la Palestine.

Nous en avons recueilli de nombreux exemplaires à Rajib, au waddy Mojib, au waddy Heïdan et au waddy Zerka-Maïn.

Nous avons vu dans la collection de M. Péron des Ptérodontes semblables venant également du terrain cénomanien et associés en Algérie, comme les nôtres en Palestine, à *Ostrea Overwegi*, *O. Delettrei*, *O. Mermeti*, etc.

*Pterodonta pupoides*, d'Orb. ?

Nous rapprochons avec beaucoup d'hésitations, de cette espèce turonienne, un *Ptérodonte* qui se trouve au waddy Mojib et dont nous ne possédons que le moule interne ; circonstance qui ne nous permet pas une identification rigoureuse.

**Pterodonta**, sp. n.

(Pl. VIII, *fig.* 15.)

Nous avons fait figurer Pl. VIII, *fig.* 15, un moule de Ptérodonte (?) ou d'un genre voisin dont le gisement est assez incertain car nous avons perdu l'étiquette qu'il portait. Nous croyons toutefois être assuré qu'il vient des montagnes à l'est de la mer Morte.

Il se rapproche comme forme générale du *Pterodonta intermedia*, d'Orb., du Beausset et de la *Phasianella supra cretacea*, d'Orb, de Royan.

M. Péron a recueilli des exemplaires plus grands, d'une forme assez voisine, associés à l'*Ammonites texanus*, à la base du Turonien de l'Algérie.

## CLASSE DES LAMELLIBRANCHES.

**Pholadomya Luynesi.**

(Pl. XI, *fig.* 7 et 8.)

Nous avons trouvé au waddy Mojib, ainsi qu'au vaddy Heïdan, à l'est de la mer Morte, une Pholadomye qui a le port général du *Pholadomya ligeriensis*, d'Orb., et que nous avions cru devoir rapprocher plutôt du *Ph. Molli* de la craie d'Algérie (1). Mais après avoir vu chez M. Péron des échantillons bien conservés de la *Pholadomya Molli* (assez mal figurée dans les planches de M. Coquand), nous ne pouvons continuer à lui rapporter notre espèce qui est nouvelle et se retrouve également en Algérie, avec l'*Hemiaster Fourneli*,

(1) Coquand, *Géol. et Paléont. de la Prov. de Constantine*, pl. VI, fig. 6-7.

le *Cyphosoma Delamarrei*, et l'*Holectypus serialis*, d'après les renseignements de M. Péron chez lequel nous avons retrouvé des Pholadomyes semblables à notre espèce.

Nous avons fait figurer (Pl. XI, *fig.* 78) un exemplaire de cette Pholadomye recueilli au waddy Mojib, à l'est de la mer Morte.

**Pholadomya Vignesi.**

(Pl. XI, *fig.* 9.)

Il est une autre Pholadomye très-délicatement ornée, que nous avons rencontré au waddy Mojib, au waddy Heïdan et entre Suf et Jerasch. Elle ressemble, par sa forme générale, au *Mya mandibula* du grès vert supérieur de l'Angleterre.

M. Péron a également rencontré cette Pholadomye dans le terrain cénomanien de l'Algérie, en compagnie du *Cardium hillanum* et de l'*Hemiaster Batnensis*.

*Pholadomya fabrina*, d'Orb. (Fraas). — Calcaires à Ammonites de Jérusalem.
— *syriaca*, Conr., *Of. Rep.*, App., Pl. II, *fig.* 17.
— *deciza*, Conr., *Of. Rep.*, Pl. VII, *fig.* 14. — Bhandum (Liban).
*Panopœa pectorosa*, Conr., *Of. Rep.*, Pl. VII, *fig.* 46. Mauvais moule qui pourrait bien se rapporter au *Ph. Luynesi.* — Bhandum (Liban).
*Panopœa orientalis*, Conr., *Of. Rep.*, App., Pl. IV, *fig.* 28. — Bhandum (Liban).
*Mactra pervetus*, Conr., *Of. Rep.*, Pl. VIII, *fig.* 49. — Aklim et Jurd.
— *arciformis*, id., *ibid.*, *fig.* 60. — Bhandum, Khan Hussein.
— *syriaca*, id., *ibid.*, *fig.* 51. — Bhandum.
— *petrosa*, id. *ibid.*, *fig.* 48. — Entre Mukhtarah et Jezzin (1).
*Tellina obruta*, id., *ibid.*, Pl. X, *fig*, 58. — El Gurb, El-Beyany.
— *syriaca*, id., *ibid.*, *fig.* 59. — Bhandum, Khan et Mesraa. — Id., App., Pl. III, *fig.* 25. — Abeih.

**Leda** (Nucula) **perdita**, Conr., sp., *Of. Rep.*, Pl. XVII, *fig.* 96. — Mar-Saba, Safed.

(Pl. XII, *fig.* 1 et 2.)

Ce fossile ressemble un peu au *Leda Mariæ* du gault, au *Leda* (*Nucula*) *lineata*, Sow.,

(1) Tous ces exemplaires de Mactres sont des moules assez mal caractérisés.

de l'*upper green Sand de* Blackdown, et aussi au *Leda striatula*, Forb. (*Leda indica*, d'Orb.), de Pondichéry, dans l'Inde (1).

Il se distingue nettement des *Leda* (*Nucula*), *scapha*, *subrecurva, Renauxiana*, etc., figurés par d'Orbigny.

Il est constamment associé à l'*Arca parallela*, Conr. (*A. securis?*), et au *Nucula crebrilineata*, auquel ressemble beaucoup le *Nucula impressa* qu'on trouve pareillement avec le *Leda lineata*, à Blackdown.

On se rendra compte de ces analogies et de ces différences en consultant la Planche XII, où nous avons fait figurer cette belle espèce (*fig*. 1, 2).

Le *Leda perdita* est extrêmement commun dans un banc de calcaire grossier qui se trouve aux environs de Nebi-Musa.

### **Leda Grovei** (2).

(Pl. XII, *fig*. 17.)

Description. — Coquille transversale, subéquilatérale, mediocrement bombée, arrondie en avant, aiguë et légèrement rostrée en arrière. Bord ventral arqué; crochet peu saillant. Surface extérieure sillonnée par des stries concentriques au sommet, fines et inégales. Dents cardinales bien prononcées.

| | |
|---|---|
| Longueur. . . . . . . . . . . . . . . . | 8 millimètres |
| Largeur. . . . . . . . . . . . . . . . . | 9 — |

Nous avons, depuis l'achèvement de nos planches, découvert cette nouvelle espèce dans les bancs de silex de Schihan, qui nous ont déjà fourni le *Turritella Reyi* et le *Scalaria Goryi*. Ces trois fossiles se trouvent et se montrent saillants à la surface d'un même fragment de silex qui fait partie de notre collection.

*Leda scapha*, d'Orb. (Fraas). — Mar-Saba.
— *subrecurva*, d'Orb. (Fraas). — Id.
— *Renauxiana*, d'Orb. (Fraas). — Id.
— *Cornueliana*, d'Orb. (Fraas). — Id. (3).

(1) Nous avons vu au British Museum, dans la collection de M. Baker, un *Leda* provenant de Kurrachi, dans l'Inde septentrionale, qui se rapproche assez de notre espèce.

(2) Dédié à M. Grove, secrétaire de la Société pour l'exploration de la Palestine, dont nous avons eu occasion de citer les intéressantes publications.

(3) Il est douteux que toutes ces espèces soient représentées à la fois dans les mêmes couches. Nous n'y avons trouvé, pour notre part, que le *Leda perdita* à divers degrés d'écrasement.

*Venus syriaca*, Conr., *Of. Rep.*, Pl. IX. *fig.* 52. — El-Jurd, Jurd el Tokany.
— *indurata*, id., *ibid.*, *fig.* 52. — Aklim el Jurd, Jurd el Tokany.
— *perovalis*, id., *ibid.*, App., Pl. I, *fig.* 2. — Entre Kerak et la mer Morte.

**Venus** ?
(Pl. XI, *fig.* 11.)

Voisine du *Venus perovalis*, Conr., de Kerak.

On la trouve dans les localités suivantes à l'état de moules : Kerak, waddy Mojib, entre Suf et Jerasch, Rajib, waddy Heïdan.

**Venus.**
(Pl. XI, *fig.* 10.)

Cette espèce ressemble au *Cytherea syriaca*, Conr., et au *Venus subrotunda*, Conr., Pl. XX, *fig.* 119. — Vaddy Heïdan.

On la trouve à l'état de moule dans les calcaires crétacés de Schihan (Ammonitide).

**Venus Forgemolli**, Coquand (Géol. et Paléont. de la prov. de Constantine).
(Pl. XI, *fig.* 13.)

Ces moules de *Venus* qu'on prendrait parfois pour des vestiges d'inocérames, sont assez répandus en Syrie comme en Algérie, dans les assises de l'étage cénomanien.

Nous les avons particulièrement recueillis sur le chemin de Kerak, à la mer Morte, aux sources du Zerka Maïn et au waddy Mojib.

**Venus.**
(Pl. XI, *fig.* 14.)

Petite espèce que nous avons recueillie dans les couches cénomaniennes à *O. africana*, sur le chemin de Kerak, à la mer Morte.

**Cytherea** ou **Lucina.**
(Pl. XI, *fig.* 12.)

Ce moule qui représente probablement une Cythérée vient des assises cénomaniennes du Zerka Maïn (sources), on en trouve aussi à Schihan et dans les environs de Kerak.

*Cytherea syriaca,* Conr.. *Of Rep.*, Pl. IX, *fig.* 56. — Bhandum, Mejdel Bana.

*Corbula aleihensis*, id., *ibid.*, Pl. VIII, *fig.* 53. — Aleih (Liban).

— *congesta*, id., *ibid.*, Pl. V, *fig.* 37, et Pl. XXII, *fig.* 130 — Bhandum (Liban).

— *syriaca*, id., *ibid.*, Pl. XXI, *fig.* 125. — Safed.

— *sublineolata*, id., *ibid.*, Pl. XVI, *fig.* 83. — Waddy Kedron.

*Opis undatus*, id., *ibid.*, Pl. XVII, *fig.* 67. — Mont des Oliviers, Jérusalem.

— *æqualis*, id., *ibid.*, Pl. II, *fig.* 9.

— *obrutus*, id., *ibid.*, *fig.* 12. — Aleih.

*Astarte substriata*, Leym. (Fraas). — Akaba es Suan, près de Jérusalem.

— *mucronata*, Conr., *Of. Rep.*, Pl. XVII, *fig.* 88. — Waddy Kedron.

— *undulosa*, id., *ibid.*, Pl. XVI, *fig.* 87. — Mar-Saba.

— *arctata*, id., *ibid.*, Pl. XX, *fig.* 119. — Bords de la mer Morte.

— *syriaca*, id., *ibid.*, Pl. IV, *fig.* 24. — Aklim el Jurd (Liban).

— *orientalis*, id., *ibid.*, *fig.* 27. — Bhandum.

— *pervetus*, id., *ibid.*, *fig.* 28. — Bhandum, Schaweih.

— *ergonata*, id., *ibid.*, *fig.* 29. — Bhandum (1).

*Crassatella Rothi.* Fraas. — Jebel Tor, près de Jérusalem.

— *syriaca*, Conr., *Of. Rep.*, Pl. XVII, *fig.* 100. — Mar-Saba.

**Crassatella Falconeri** (2).

(Pl. XII, *fig.* 4, 5, 6 et 7.)

Description. — Coquille ovale, transverse, aplatie, assez épaisse; crochet petit et déprimé. Surface extérieure portant des sillons concentriques irréguliers et élevés. Bord antérieur obliquement tronqué; bord ventral arqué; bord dorsal déclive. Charnière épaisse.

Cette coquille se rapproche comme taille du *Crassatella syriaca*. Conr., qu'on trouve à Mar-Saba dans une couche de même âge : elle en diffère cependant par sa forme générale, autant au moins qu'on en peut juger d'après les dessins que Conrad a donnés de son espèce.

Notre coquille, que nous n'aurions pas rattachée au genre Crassatelle avant d'en avoir dégagé la charnière, se trouve en assez grande abondance dans la couche à *Leda* de Nebi-Musa, sur le chemin de Jérusalem à la mer Morte.

(1) Les moules qui représentent les Bivalves sont, comme pour les autres, assez mal caractérisés.

(2) Consacré à la mémoire de notre regretté ami le docteur Falconer.

On trouve dans cette même couche des Bivalves de forme analogue qui pourraient également appartenir au genre Crassatelle; mais, ne connaissant pas leur charnière, nous ne pouvons qu'appeler sur ces coquilles l'attention des observateurs futurs.

*Cardium crebriechinatum*, Conr, *Of. Rep.*, Pl. VI, *fig.* 41-43. — Pl. XV, *fig.* 77. — Bhandum (Liban).

Nous avons trouvé entre Suf et Jerasch un *Cardium* qui paraît se rapporter à cette espèce.

En comparant ce fossile avec les figures du *Cardium sulciferum* d'Algérie, nous avions été déjà frappé des ressemblances qui existent entre ces deux espèces de *Cardium*. Lorsque nous avons pu examiner les originaux dans la collection de M. Péron, nous avons cru reconnaître notre espèce de Syrie, qui se trouve à Jerash, comme en Algérie, dans le cénomanien, en compagnie de l'*Hemiaster Batnense*.

Il est donc très-probable que le *Cardium sulciferum* et le *Cardium crebriechinatum* appartiennent à la même espèce.

**Cardium Hillanum,** Sowerby. *Var.* **Moabiticum.**

(Pl. XI, *fig.* 5, et Pl. XII, *fig.* 9.)

M. Fraas cite le *Cardium hillanum* à Mar-Saba et à Béthanie, aux environs de Jérusalem. C'est la même coquille qui paraît avoir été décrite par Conrad sous le nom de *Cardium biseriatum* (*Of. Rep.*, Pl. VI, *fig.* 40, App., Pl. V, *fig.* 45; loc. Bhandum et Aleih, dans le Liban) et aussi sous celui de *Cardium bellum* (*Of. Rep.* Append., Pl. I, *fig.* 3; loc. Mar-Saba, env. de Jérusalem), tous deux mal conservés et mal figurés.

Nous avons aussi rencontré assez fréquemment en Palestine un *Cardium* du même groupe, que nous faisons figurer dans la Pl. XI, *fig.* 5. Ce *Cardium* est très-voisin du *Cardium hillanum*, mais il se rapproche peut-être plus encore du *Cardinum requienianum*, Matheron, des grès verts d'Uchaux, que des types de *Cardium hillanum* de Blackdown et du *Quadersandstein* d'Allemagne. En sorte que, tout en rapportant provisoirement, comme les auteurs précités, nos moules de Syrie au *Cardium hillanum*, nous ferons observer qu'ils doivent en être cependant distingués, au moins à titre de variété, par le nom de *moabiticum*.

Ce *Cardium* est très-répandu en Palestine, et on le retrouve à des niveaux assez différents.

L'échantillon figuré Pl. XI, *fig.* 5, où il porte, par erreur, dans la légende le nom de

*mosaïcum* au lieu de celui de *moabiticum* qu'il doit conserver, vient du waddy Heïdan, sur les confins de l'Ammonitide et de la Moabitide. Nous l'avons recueilli encore à Kerak et au waddy Zerka-Maïn, à l'est de la mer Morte, à Nebi-Musa, à l'ouest du lac, et entre Suf et Jerasch, dans la Pérée, où il est associé à la *Pholadomya Vignesi*.

Dans la couche à Crassatelle et à Léda de Nebi-Musa, nous avons trouvé un *Cardium* d'assez grande taille qui doit correspondre au *Cardium bellum* de Conrad, que cet auteur mentionne à ce niveau et dans les environs de cette localité.

Ce *Cardium*, figuré Pl. XII, *fig.* 9, offre encore le type général du *Cardium hillanum* et paraît se rapporter à la variété que nous venons d'établir.

M. Péron a trouvé pareillement dans le cénomanien de l'Algérie et également associé à l'*O. Overwegi*, *Heterodiadema libycum*, un *Cardium* voisin du nôtre.

M. Coquand cite d'ailleurs le *Cardium hillanum* parmi les espèces du rhotomagien d'Algérie.

**Cardium Pauli,** Coquand, *Géol. et Paléont. de la prov. de Constantine.*
(Pl. XI, *fig.* 1 et 2.)

Cette belle espèce, de grande taille, se trouve à Aïn-Musa, au nord-est de la mer Morte. Nous avons fait figurer notre échantillon Pl. XI, *fig.* 1, 2. Notre figure de profil ne représente pas le même côté que celle donnée par M. Coquand, cependant ce savant géologue n'a pas hésité, en voyant nos planches, à y reconnaître son espèce.

Nous avons d'ailleurs vu dans la collection de M. Péron des exemplaires du *Cardium Pauli* d'Algérie qui, bien que plus petits que le nôtre, en rappellent assez bien les caractères. M. Péron les a trouvés au même niveau géognosique que nous. Ils sont associés, en Algérie comme en Syrie, à l'*O. Overwegi*, *Heterodiadema libycum;* ce qui confirme notre détermination.

**C. Saportæ,** Coq., *Géol. et Paléont. de la prov. de Constantine.*
(Pl. XI, *fig.* 6.)

Nous donnons (Pl. XI, *fig.* 6) la représentation d'un moule de *Cardium* qui nous paraît se rapporter à cette espèce, et qu'on trouve en assez grande abondance dans la Pérée, entre Suf et Jerasch.

Ce *Cardium* se trouve, en Algérie, au même niveau. Il est associé à Batna à l'*O. Overwegi*.

*Cardium syriacum*, Conr., *Of. Rep.*, Pl. VII, *fig.* 45. — Bhandum (Liban).

**Cardium Combei** (1).

(Pl. XI, *fig.* 3 et 4.)

Description. — Coquille non bâillante, ovale-allongée et renflée; sommet saillant et bombé, légèrement incurvé en avant; surface extérieure portant à sa partie postérieure des stries rayonnantes régulièrement espacées; lunule excavée. Bord cardinal étroit; bord postérieur un peu dilaté.

Cette belle espèce rentre dans le petit groupe des *Proto-Cardium*, chez lesquels les flancs portent des sillons concentriques, tandis que le côté anal est marqué des stries rayonnantes, groupe dont le *Cardium hillanum* est le type.

Nous l'avons trouvée au sein des couches si fossilifères d'Aïn-Musa, dans l'Ammonitide. Il y a dans la craie marneuse de Sussex (Angleterre) un *Cardium* assez voisin de notre espèce.

Nous avons encore rencontré à Aïn-Jidy et à Rajib des *Cardium* de grande taille, mais représentés seulement par des moules indéterminables. Le *Cardium* d'Aïn-Jidy se rapproche du *Cardium Desvauxi* Coquand, du cénomanien d'Algérie, que nous avons pu voir chez M. Péron qui l'a recueilli en compagnie de l'*Ostrea Mermeti* (si commune à Aïn-Jidy), et de l'*Heterodiadema libycum.* Notre *Cardium* de Rajib a également son analogue dans un fossile cénomanien de Batna (Algérie).

*Cyprina inornata*, d'Orb. (*Isocardia crenulata,* Conr., Pl. IV, *fig.* 26) (Fraas). — Palestine.

*Trigonia distans,* Conr., *Of. Rep.*, App., Pl. IV, *fig.* 27. — Bhandum (Liban).

— *syriaca*, id., *ibid.*, *fig.* 26; *ibid.*, Pl. III, *fig.* 19, 23. — Abeih, Bhandum (Liban).

— *cuneiformis*, id., *ibid.*, Pl. III, *fig.* 22. — Bhandum, Aklim et Jurd (Liban).

*Lucina syriaca*, id., *ibid.*, Pl. X, *fig.* 57, — Bhandum (Liban).

— *campaniensis*, d'Orb. (Fraas). — Couche à *Leda* de Mar-Saba (Judée).

**Corbis rotundata**? d'Orb.

(Pl. XI, *fig.* 25.)

Nous rapportons à l'espèce cénomanienne décrite par d'Orbigny (*Paléontologie française*, ter. crét., t. III, p. 113, Pl. CCLXXX) un moule trouvé par nous dans les calcaires cénomaniens d'Erak el Emir (Pérée) et figuré Pl. XI *fig.* 25.

(1) Dédié au docteur Combe, de la marine française, notre compagnon de voyage.

La collection d'Orbigny, au Muséum d'histoire naturelle de Paris, renferme des moules de *Corbis rotundata* semblables au nôtre. C'est ce qui a motivé notre détermination, car l'auteur de la *Paléontologie française* n'ayant point figuré de moule de cette espèce, l'inspection de ses planches n'aurait pu nous fournir des éléments suffisants pour classer notre fossile.

*Nucula perovata*, Conr., *Of. Rep.*, Pl. XVII, *fig.* 91. — Waddy Kedron (Judée).
— *abrupta*, id., *ibid.*, Pl. III, *fig.* 20. — Aleih (Liban).
— *submucronata*, id., *ibid.*, Pl. II, *fig.* 14. — Bhandum (Liban).
— *myiformis*, id., *ibid.*, Pl. III, *fig.* 17. — Id.
— *syriaca*, id., *ibid.*, *fig.* 16. — Id.
— *parallela*, id., *ibid.*, Pl. II, *fig.* 14. — Id.

**Nucula crebrilineata,** id., *ibid.*, Pl. XVII, *fig.* 92-93. — Mar-Saba, base de la montagne des Oliviers, Jérusalem (Judée).
(Pl. XII, *fig.* 11 et 12.)

Comme pour les espèces précédentes, les échantillons sur lesquels a été établie cette dernière espèce laissent fort à désirer; cependant, nous avons cru devoir y rapporter une Nucule qui provient du même terrain et d'une localité voisine. Nous voulons parler de celle qui se trouve en abondance dans les couches à *Leda* de Nebi-Musa, avec le *Leda perdita* et l'*Arca parallela*.

Cette jolie espèce, qui a été mal représentée dans les figures de Conrad, est de taille beaucoup plus petite que le *Nucula cornueliana*, d'Orb., et se distingue assez bien de ce bivalve. Elle ressemble beaucoup, au contraire, au *Nucula impressa* du grès vert supérieur d'Angleterre, qu'on trouve à Blackdown.

Nous avons fait figurer de nouveau cette espèce, Pl. XII, *fig.* 11, 12.

*Pectunculus.*

Ce fossile, malheureusement incomplet, provient des couches à Turritelles d'Aïn-Meliheh, près du seuil de l'Arabah (Idumée).

*Arca indurata*, Conrad, *Of. Rep.*, Pl. V, *fig.* 33. — Bhandum (Liban).
— *acclivis*, id., *ibid.*, *fig.* 35. — Id.
— *orientalis*, id., *ibid.*, *fig.* 36. — Id.
— *syriaca*, id., *ibid.*, *fig.* 30. — Id.

*Arca declivis*, id., *ibid.*, *fig.* 42. — Aklim et Jurd (Liban).
— *brevifrons*, id., *ibid.*, *fig.* 31. — Bhandum (Liban) (1).
— *fabiformis*, id., *ibid.*, Pl. XVIII, *fig.* 97. — Kedron, près de Jérusalem (Judée).
— (*Cucullea*, Conr.) *subrotunda*, Conr., sp., Pl. XVII, *fig.* 94. — Environs de Jérusalem (Judée).
— (*Cucullea*, Conr.) *lintea*, Conr., sp., *Of. Rep.*, Pl. XVII, *fig.* 95. — Entre Mar-Saba et la mer Morte (Judée).

M. Fraas rapporte ce fossile à l'*Arca cenomanensis*, mais il se pourrait que ces deux espèces fussent établies sur les échantillons déformés de l'*Arca parallela*.

**Arca** (*Cucullea*) **parallela,** Conr., sp., *Of. Rep.*, Pl. XVII, *fig.* 98. — Mont des Oliviers, près de Jérusalem (Judée).
(Pl. XII, *fig.* 3.)

M. Fraas rapporte cette espèce, dont Conrad n'a donné, comme de la plupart des fossiles qui précèdent, qu'une figure insuffisante, à l'*Arca securis*, d'Orb.

Les exemplaires bien conservés que nous avons recueillis à Nebi-Musa, dans la couche à *Leda* où cette espèce abonde expliquent suffisamment ce rapprochement. Il y a cependant entre ces deux espèces quelques différences légères.

Cette Arche offre aussi quelque ressemblance avec l'*Arca carinata*, Sow., du grès vert supérieur de l'Angleterre et de la Sarthe. Elle rentre, ainsi que nous nous en sommes assuré par l'examen de sa charnière, dans le sous-genre *Macrodon*. Cette Arche est extrêmement commune dans les couches à *Leda* de Nebi-Musa et de Mar-Saba, entre Jérusalem et la mer Morte. La plupart des exemplaires sont aplatis et déformés, ce qui expliquerait diverses confusions. Nous avons fait figurer (Pl. XII, *fig.* 3) l'exemplaire le mieux conservé de ceux que nous avons recueillis à Nebi-Musa.

*Hippurites syriacus*, Conr., *Of. Rep.*, Pl. XVI, *fig.* 84. — Béthel (Judée). — Fraas, calcaire de Jérusalem (Judée).
— *liratus*, Conr., *Of. Rep.* Append., Pl. VII, *fig.* 47, 48. — Bhandum (Liban).
— *sulcatus*, Defr. (Fraas). Kedron, envir. de Jérusalem.

(1) Toutes ces figures d'Arches représentent de mauvaises moules.

*Radiolites angeiodes*, Lamk (Fraas). — Kedron, envir. de Jérusalem.

— *Mortoni*, Mant. (Fraas). — Envir. de Jérusalem (1).

*Lithodomus stamineus*, Conr., *Of. Rep.*. Pl. V, *fig.* 44.

*Avicula samariensis*, id., *ibid.*, Pl. XIX, *fig.* 107. — W. Burkim (Samarie).

*Inoceramus syriacus*, id., *ibid.*, App., Pl. II, *fig.* 14. — Aleih (Liban).

**Inoceramus aratus,** id., *ibid.*, Pl. XIX, *fig.* 113. — Nebi-Musa (Judée).
(Pl. XI, *fig.* 15; Pl. XII, *fig.* 8.)

Nous croyons devoir rapporter à cette espèce les empreintes d'Inocérames que nous avons recueillies à Kalwet, dans l'Anti-Liban. Cet Inocérame ressemble beaucoup à l'*I. Cripsii*, dont M. Fournel avait recueilli, dans la craie d'Algérie, un exemplaire qui a été décrit et figuré par M. Bayle.

Nous avons figuré Pl. XI, *fig.* 15, une empreinte recueillie à Kalwet, et Pl. XII, *fig.* 8, un fragment de ce même fossile, avec le test, provenant des couches à *Leda* de Nebi-Musa.

**Pecten delumbis,** Conr., *Of. Rep.* Pl. XIX, *fig.* 110. — Mar-Saba, Safed (Palestine).
(Pl. XI, *fig.* 20.)

M. Fraas pense que ce Peigne est le même que le *P. Nilsoni*, Goldf. On ne peut contester qu'il n'y ait de grands rapports entre ces deux espèces. Nous avons recueilli ce fossile à Aïn-Musa, à un niveau inférieur à celui de Mar-Saba, associé au *Janira tricostata*, Coq., et nous avons fait figurer cet exemplaire Pl. XI, *fig.* 20. On en trouve également des empreintes dans la craie à Inocérames de Kalwet (Anti-Liban).

**Pecten obrutus,** Conr., *Of. Rep.*, Pl. XIX, *fig.* 114. — Des calcaires bitumineux de Nebi-Musa (Judée).
(Pl. XI, *fig.* 19.)

Nous avons vérifié la présence de nombreux exemplaires de ce *Pecten* dans les calcaires bitumineux de Nebi-Musa, d'où provient l'échantillon figuré Pl. XI, *fig.* 19.

(1) Nous avons recueilli en Palestine, au-dessus de la zone, à *Heterodiadema Libycum*, de nombreux débris de rudistes, mais leur mauvais état de conservation ne nous a pas paru comporter des déterminations précises. Moins difficiles que nous, plusieurs auteurs ont cru pouvoir donner à des débris du même ordre des noms génériques et même spécifiques. Quoi qu'il en soit de l'exactitude de ces déterminations, il est à remarquer qu'en Algérie, comme nous l'avons observé en Palestine, M. Péron a trouvé au-dessus de la zone, à *Heterodiadema Libycum*, des rudistes semblables aux nôtres, parmi lesquels un *radiolites*, que M. Coquand a rapporté au *R. fleuriausana*.

**Janira tricostata,** Coq., *Géol. et Paléont. de la prov. de Constantine*, Pl. XIII, *fig.* 3 et 4 (non *Pecten tricostatus*, Bayle, *Pecten gryphæatus*, Schlott.).
(Pl. XI, *fig.* 16.)

Cette espèce, qui au premier abord peut être aisément confondue avec le *J. quadricostata*, s'en distingue par sa forme constamment plus élancée et par l'inégalité des trois côtes intermédiaires à ces côtes principales, la côte médiane étant toujours plus forte que les deux autres.

Nous croyons donc devoir conserver le nom que M. Coquand a donné à cette espèce en Algérie, ne fût-ce que pour favoriser les rapprochements, car il est évident que ce nom de *tricostata* fait double emploi avec celui que M. Bayle a imposé à une autre Janire d'Algérie, qui n'a, elle, que deux côtes intermédiaires, et le mériterait, par conséquent, beaucoup mieux. D'autre part, d'après la règle usitée dans la nomenclature des Janires, il répugne d'employer le nom de *tricostata* pour une espèce qui a autant de côtes intermédiaires que le *quadricostata*. Mais le *Pecten tricostatus*, Bayle, avait été établi d'après un fossile recueilli par M. Fournel dans les environs de Batna. M. Péron s'étant rendu dans la localité explorée par M. Fournel, n'y a recueilli que la *Janira tricostata*, Coquand, dont il a bien voulu nous donner un exemplaire qui se rapporte entièrement à notre espèce de Syrie. L'espèce de M. Bayle semble donc avoir été établie sur un échantillon anormal. C'est l'espèce de M. Coquand qui domine en Syrie comme en Algérie. D'ailleurs certains paléontologistes persistent à considérer ces formes comme des variétés du *Janira quadricostata*.

Nous avons recueilli ce fossile à Aïn-Musa et au waddi Mojib, à l'est de la mer Morte, à Aïn-Ghuweir, dans les falaises occidentales de ce lac et au Ras el Abyad, sur les côtes de la Phénicie, où on le trouve dans les couches à *Hemiaster Batnensis*.

M. Péron a recuilli en Algérie la même Janire dans les assises cénomaniennes avec la *Janira Dutrugei*, fossile auquel elle est fréquemment associée comme en Syrie, l'*Hemiaster Batnensis* et l'*Heterodiadema Libycum*.

On trouvera Pl. XI, *fig.* 16, la représentation d'un exemplaire de cette espèce, recueilli au waddy Mojib, à l'est de la mer Morte.

**Janira æquicostata,** d'Orb. — Aïn-Jidy.
(Pl. XI, *fig.* 17.)

Cette espèce se trouve avec l'*Ostrea Mermeti* var. *minor*.

**Janira Dutrugei,** Coq., *Géol., et Paléont. de la prov. de Constantine*, Pl. XIII, *fig.* 1 et 2.
(Pl. XI, *fig.* 18.)

Cette dernière espèce est assez répandue en Palestine : nous l'avons recueillie à Aïn-Musa, et sur les falaises occidentales de la mer Morte, à Suf dans la Pérée, et à Aïn-Yabrud, dans la chaîne de Judée.

Nous avons déjà dit qu'en Algérie, on la trouve, au même niveau, associée à la *Janira tricostata*, *Hemiaster Batnensis*, *Heterodiadema Libycum*.

*Plicatula aspera*, Sow. (Fraas). — Zone à Ammonites des envir. de Jérusalem (Judée).

**Plicatula Flattersii,** Coq., *Géol. et Paléont. de la prov. de Constantine*, Pl. XVI, *fig.* 2 et 13.
(Pl. XI, *fig.* 24.)

Nous croyons devoir rapporter à cette espèce une grande Plicatule qu'on trouve à Schihan avec l'*Hemiaster Luynesi* et une Ammonite, à la base de la craie à silex. On en trouvera la figure Pl. XII, *fig.* 14. Le *Plicatula Flattersii* se trouve en Algérie dans l'étage santonien et y est associé à des Hippurites.

**Plicatula Reynesi,** Coq., *Géol. et Paléont. de la prov. de Constantine*, Pl. XVI, *fig.* 5 et 6.
(Pl. XI, *fig.* 21 et 22.)

Cette Plicatule, que nous avions d'abord confondue avec une espèce très-voisine du même horizon, la *Plicatula Fourneli*, Coq., occupe un niveau assez constant dans la craie moyenne de la Palestine, et se trouve le plus souvent associée à l'*Ostrea Delettrei*. Les figures de ces Plicatules cénomaniennes, données par M. Coquand, laissent beaucoup à désirer, et c'est seulement depuis que nous avons vu les originaux dans la collection de M. Péron que nous nous sommes rendu compte des véritables affinités de notre espèce de Syrie. Comme cette dernière, la *Plicatula Reynesi* d'Algérie se trouve dans l'étage cénomanien avec la *Plicatula Fourneli*, l'*Ostrea Delettrei*, le *Goniopygus Brossardi*, l'*Heterodiadema Libycum*.

La *Plieatula* figurée Pl. XII, *fig.* 23, pourrait se rapporter à un exemplaire roulé de la même espèce.

Nous l'avons recueillie au waddy Zerka-Maïn, à Erak el Emir, au waddy Mojib, sur le chemin de Kerak, entre Suf et Jerash, etc.

*Ostrea biauriculata*, Lamk (Fraas). — Kedron, envir. de Mar-Saba (Judée).
— *scapha*, Rœm. (Conrad, Pl. XV, *fig.* 78)?. — Bandhum, Mukhtarah (Liban).
— *virgata*, Goldf. (Conrad, Pl. I, *fig.* 67. — Bandhum (Liban).
— *syriaca*, Conr., *Of. Rep.*, Pl. II, *fig.* 12. — Mukhtarah (Liban).
— *Boussingaulti*, d'Orb. (Conrad, Fraas)?. — Mukhtarah (Liban), Kerak (Moabitide).

C'est assurément l'*O. flabellata*, d'Orb., si commun dans ces pararages et si voisin de l'*O. Boussingaulti*, que Conrad et M. Fraas ont déterminé sous ce dernier nom, comme venant de Kerak. Ni l'un ni l'autre n'ont visité cette région; nous avons eu ce précieux avantage, et nous avons pu y recueillir de nombreux *Ostrea flabellata*, dont certains exemplaires roulés ou quelques variétés pouvaient être confondus avec l'*O. Boussingaulti*, qui occupe un niveau inférieur dans la série stratigraphique.

Quant à la localité du Liban, où cette espèce est également citée, nous n'élevons, à cet égard, aucune contestation, sachant que les terrains crétacés inférieurs sont représentés dans cette contrée.

*Ostrea corticosa*, Conrad, *Of. Rep.*. Append., Pl. I, *fig.* 7.

La figure donnée par Conrad ressemble à une Plicatule.

*Ostrea linguloides*, Conrad, *Of. Rep.*, Pl. II, *fig.* 13. — Elle vient de Mukhtarah, dans le Liban.

La figure donnée par Conrad ne représente aucun caractère, même générique.

**Ostrea olisiponensis,** Scharpe, sp.

*On the secondary Rocks of Portugal* (*Quart. Journ. of the geol. Soc.* 1849, t. VI, p. 185, Pl. XIX, *fig.* 1 et 2. — *Overwegi*, de Buch, in Beyrich, *Bericht über die von Overweg auf der Reise von Tripoli nach Murzuk und von Murzuk nach Ghat* (*Aus dem Monatsb. über die Verhandl. der Gesellsch. für Erdkunde zu Berlin*, Bd. IX, 1825, p. 154). — Non *O. Overwegi*, Coquand, *Géol. et Paléont. de la prov. de Constantine* (*Mém. Soc. d'émulation de la Provence*, 1862, t. II, Pl. III, *fig.* 1, 2).

Pl. IX, *fig.* 1 et 2.)

Nos échantillons se rapportent évidemment à l'espèce figurée par Scharpe et recueillie par lui aux environs de Lisbonne (*Olisipo*). Nous avons aussi quelques raisons de croire que ceux rapportés par Overweg du Fezzan, tout aussi bien que ceux recueillis par Lefebvre en Égypte et au Sinaï, se rattachent à cette grande et belle espèce d'huître qui paraît répandue sur une grande portion du littoral méditerranéen, depuis l'Espagne jusqu'en Syrie.

Les figures données par M. Beyrich, de l'un des types apportés par Overweg, représentent un échantillon roulé et ne donnent qu'une idée assez incomplète de l'*O. Overwegi*. M. Bayle m'a montré, à l'École des mines, un meilleur exemplaire de cette Huître, qui semble justifier le rapprochement que je cherche à établir entre ces deux espèces.

M. Coquand a représenté à son tour l'*O. Overwegi* d'Algérie ; mais ses figures diffèrent notablement de celles de Scharpe et de Beyrich, et l'on croirait volontiers, à les voir, qu'il s'agit d'une espèce nouvelle parfaitement distincte des deux autres. Cependant M. Péron a observé en Algérie toutes les transitions entre la forme typique de l'*O. Overwegi* et la forme figurée par M. Coquand.

L'*O. olisiponensis* acquiert, en Afrique et en Asie, de grandes proportions ; il se rapproche alors de l'O. *Vultur*, Coq., qui s'en distingue par l'absence, dans son jeune âge, de ces protubérances écailleuses qui couvrent la valve inférieure de la première de ces deux espèces.

L'échantillon reproduit par les *fig.* 1 et 2, Pl. IX, se rapporte au type figuré par Scharpe ; il vient du waddy Mojib. La variété représentée par la *fig.* 3, Pl. IX, ressemble à la variété *scabra* de l'*O. Overwegi* figurée par M. Coquand, Pl. XIX, *fig.* 5.

On la trouve à Kerak et à Aïn-Jidy avec les autres.

Loc. — Waddy Zerka-Maïn, à l'est de la mer Morte, dans un calcaire gris jaunâtre à *Ostrea Delettrei, Plicatula Reynesi*. — Aïn-Jidy, sur le bord occidental de la mer Morte, avec l'*O. flabellata*. — Aïn-Ersit (entre Kerak et la mer Morte). — Waddy Mojib, dans les marnes à *Hemiaster, O. africana, Holectypus, Heterodiadema libycum*.

**Ostrea Mermeti,** Coq., *Géol. et Paléont. de la prov. de Constantine*, 1862, p. 234, Pl. XXIII, *fig.* 3, 4 et 5.

(Pl. IX, *fig.* 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 et 13.)

Cette espèce est assez voisine des *Ostrea conica* et *O. columba*. On la trouve en Algérie, associée aux Hippurites (étage provencien de M. Coquand).

Les figures précitées de l'ouvrage de M. Coquand ne donnent pas une très-juste idée du type, et l'identification de nos échantillons avec l'espèce algérienne serait restée douteuse si nous n'avions eu occasion de voir à l'École des mines, des échantillons bien authentiques de cette dernière. D'ailleurs M. Coquand lui-même a confirmé notre détermination, après avoir eu l'obligeance de comparer à ses types, nos figures qui sont très-fidèles.

L'*O. Mermeti* présente, comme l'*O. columba*, dont il se rapproche par plus d'un caractère, des variétés nombreuses et assez bien cantonnées, dont les multiplicateurs d'espèces pourraient aisément se satisfaire afin d'en créer de nouvelles. Nous avouons que nous les avions d'abord prudemment séparées suivant leur taille, qui parfois atteint des proportions plus que doubles de celles du type figuré par M. Coquand, suivant les stries qui en sillonnent souvent, dans le jeune âge, la valve inférieure et parfois même se continuent en s'accentuant dans l'âge adulte ; enfin, suivant que la valve supérieure est plus ou moins lamelleuse. Mais, en observant dans diverses collections les nombreuses variations qu'éprouvent l'*O. columba* et quelques autres Huîtres du même groupe, nous avons cru devoir faire descendre au rang de variétés les groupes spécifiques que nous avions ainsi formés. En effet, tandis que la plupart des *O. columba* (surtout les variétcs les plus grandes) ont une valve supérieure lisse et ne portent pas de stries au crochet, quelques autres présentent, au contraire, un crochet sillonné de stries très-fines, et l'on voit se développer sur leur valve supérieure des lames en nombre plus ou moins considérable.

Ce caractère s'observe fréquemment sur les petites variétés, mais nous l'avons aussi reconnu sur les grandes. Ainsi, un échantillon figuré par Lamarck, qu'on peut voir dans la collection conchyliologique du Muséum, offre de nombreux plis au crochet, et sur d'autres échantillons de la même collection on voit se former des lames écailleuses sur un des côtés de la valve supérieure.

Nous avons observé la même chose sur des exemplaires d'*O. columba* provenant des grès verts du Maine, de l'île d'Aix, de la Rochelle, du Mans, de Rochefort, de Grasse dans le Var, de Boulogne-sur-Mer.

Les échantillons de cette dernière localité se rapprocheraient même assez de certaines formes de l'*O. Mermeti*.

A la suite de pareilles observations, et après avoir considéré de nombreux passages dans les formes d'*Ostrea Mermeti* que nous avions rapportées de Syrie, nous n'avons plus osé les séparer en groupes spécifiques, et nous distinguons simplement par les noms suivants ces variétés, dont la Pl. X reproduit les principales formes.

1° Var. *communis*.
(Pl. IX, *fig.* 4.)

Les *fig.* 8 et 9 représentent le type normal et commun de l'espèce. On le trouve à Aïn-Musa, au nord-est de la mer Morte et au pied du mont Nebo, dans les marnes jaunâtres à *O. flabellata*, *Holectypus*, *Cyphosoma Delamarrei*. Sa valve supérieure est entièrement couverte de lames; les stries d'accroissement de sa valve inférieure sont peu marquées.

2° Var. *rugosa*.
(Pl. IX, *fig.* 5.)

La *fig.* 10 représente la variété que l'on trouve un peu à l'ouest d'Erak el Emir (Ammonitide).

Toutes les valves inférieures que nous avons recueillies dans cette localité sont épaisses et les stries d'accroissements très-marquées.

On trouve également cette variété à Rajib, près du waddy Zerka, à l'ouest de Jerasch (Pérée).

3° Var. *carinata*.
(Pl. IX, *fig.* 6 et 7.)

La *fig.* 11 nous montre une variété très-notablement carénée, que l'on trouve au waddy Mojib (Moabitide), dans des marnes grises à *Hemiaster Luynesi*.

La valve supérieure est entièrement couverte de lames écailleuses très-saillantes, et sa valve inférieure est, jusqu'à une certaine distance des crochets, sillonnée, par des stries très-fines et très-rapprochées.

4° Var. *major*.
(Pl. IX, *fig.* 8 et 9.)

Les *fig.* 12 et 13 donnent un exemple de la taille à laquelle peut atteindre l'*O. Mermeti* dans certaines localités. La valve inférieure présente chez quelques individus un commencement de carène; ses stries d'accroissement sont en général bien marquées, et son crochet est pourvu de stries longitudinales, qui se prolongent assez loin et forment même des commencements de sillons. La valve supérieure est couverte de stries écailleuses qui ne la couvrent plus entièrement, et passe insensiblement à la forme indiquée par la *fig.* 15, où cette valve n'offre plus de lames que sur le pourtour.

Cette belle variété se trouve à Aïn-Musa (Ammonitide), un peu au-dessus de la variété *communis* et de l'*O. flabellata*.

5° Var. *sulcata.*

(Pl. X, *fig.* 10 et 11.)

Cette variété très-curieuse, qu'on pourrait presque appeler une monstruosité (car je n'en ai trouvé qu'un seul exemplaire) de l'*O. Mermeti*, si elle ne constitue pas un type spécifique distinct (1), se trouve à Aïn-Musa, avec la variété *communis*.

Ici, les plis du crochet se prolongent dans l'âge adulte en s'accentuant, et donnent lieu à de véritables sillons qui plissent la valve inférieure. En même temps les lames écailleuses disparaissent du centre de la valve supérieure, et il n'en reste plus que sur les portions adjacentes au bord de cette valve.

On trouve dans la variété *major* de l'*O. Mermeti* des exemplaires qui se rapprochent de plus en plus de la variété *sulcata*.

6° Var. *minor.*

(Pl. X, *fig.* 12 et 13.)

Cette variété, qui paraît se rapporter à de jeunes exemplaires de l'*O. Mermeti*, est très-difficile à distinguer de l'*O. columba minor* que M. Coquand appelle *O. Reaumuri* dans son *Synopsis des fossiles de la Charente* (2). Elle se rapproche cependant encore davantage de l'*O. Mermeti* par sa forme générale; mais sa valve inférieure est presque lisse et la plupart des individus offrent des stries au crochet.

L'*O. columba minor* offre le même caractère, et il ne serait pas étonnant que cette dernière espèce représentât en Europe l'*O. Mermeti*, qui occupe en Afrique et en Orient une aire si vaste.

L'*O. Mermeti minor* se trouve constamment associé à l'*O. vesicularis* var. *judaïca* jeune. On le recueille dans les calcaires blancs d'Aïn-Jidy, sur le littoral occidental de la mer Morte, au-dessous des bancs à *O. olisiponensis*. On le rencontre encore au waddy Mojib, au-dessus des marnes à *Hemiaster Luynesi*.

**Ostrea columba?**

(Pl. IX, *fig.* 14.)

(1) Sur la simple inspection de nos planches, M. Coquand n'a pas hésité à en faire une espèce nouvelle qu'il a bien voulu nous dédier. Ceux qui n'admettent pas avec nous, pour les Huîtres fossiles, une aire de variations étendue comme celle qu'on remarque chez les Huîtres vivantes, devront donc adopter le nom d'*O. Larteti*, Coq., imposé par M. Coquand à cette curieuse coquille. Nous avouons volontiers qu'il faut avoir vu, comme nous, sur place, tous les intermédiaires, pour rattacher encore cette coquille à l'*O. Mermeti*, et ne pas céder à la tentation d'en faire, avec M. Coquand, une nouvelle espèce.

(2) *Descript. de la Charente*, t. II, p. 107.

Nous indiquons sous ce nom, avec quelques hésitations, une Huître dont nous ne possédons qu'un seul échantillon et dont nous ne connaissons pas la valve supérieure. Sa valve inférieure est semblable à celle de l'*O. columba,* et, comme cette dernière Huître, elle offre des traces de bandes colorées. Les stries d'accroissement sont d'ailleurs à peine visibles.

Nous avons recueilli cette espèce dans un calcaire, entre le waddy Haïdan et le waddy Mojib, à l'est de la mer Morte.

**Ostrea Luynesi.**

(Pl. IX, *fig.* 15 et 16.) (1)

| | |
|---|---|
| Longueur. . . . . . . . . . . . . . | 40 millimètres |
| Longeur. . . . . . . . . . . . . . . | 24 — |

Description. — Coquille ovale-allongée, incurvée latéralement, assez épaisse. Valve supérieure concave, chargée de petites côtes rayonnantes, irrégulières et peu saillantes. Bords lamelleux vers le crochet, minces et tranchants du côté opposé. Valve inférieure concave, légèrement carénée, gibbeuse, renflée vers le sommet, fortement incurvée latéralement, portant des stries d'accroissement irrégulières, un peu sinueuses. Crochet recourbé latéralement, portant l'empreinte des corps étrangers auxquels était fixée la coquille.

Rapports et différences. — Cette espèce, qui, par sa valve inférieure, se rapproche à la fois de l'*O. africana* et de l'*O. Mermeti*, se distingue facilement de ces deux Huîtres par sa valve supérieure lisse et bordée seulement de quelques lames dans la région apiciale, tandis que dans l'*O. africana* et dans l'*O. Mermeti*, cette valve supérieure est entièrement garnie de fortes lignes d'accroissement concentriques et serrées.

La coquille est d'ailleurs, dans son ensemble, beaucoup plus allongée que les espèces dont nous venons de parler.

La valve inférieure est toujours plus lisse que celle de l'*O. africana* et plus allongée que celle de l'*O. Mermeti*. Elle ne porte jamais au crochet les stries qu'on remarque chez cette dernière. Cette valve est plus carénée que celle de l'*O. Mermeti*. C'est une forme voisine de l'*O. auricularis* et de l'*O. pyrenaica*, mais sa valve supérieure l'en éloigne. Elle porte, comme l'*O. cornu-arietis* de Goldfuss, des rugosités rayonnantes sur sa valve supérieure.

Gisement. — Aïn-Musa (Ammonitide), avec l'*O. flabellata*: waddy Heïdan, à l'est de la mer Morte.

(1) Dédié au duc de Luynes.

**Ostrea africana,** Lamk, sp.

Pl. III, *fig.* 3, 4, 5, 6. — 1789, *Gryphæa africana*, Lamk, *Nouvelle Encyclopédie*, Pl. CLXXXIX, *fig.* 5, 6. — 1819, *Gryphæa secunda*, Lamk, *Hist. des animaux sans vertèbres*, 2ᵉ édit, Pl. CIC, t. VI, p. 169, nº 18. — 1852, *Exogyra densata*, Conrad, *Of. Rep.*, Pl. XVIII, *fig.* 102, 106. — 1862, *Ostrea auressensis*, Coquand.

(Pl. X, *fig.* 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7.)

L'*O. africana* est assez commun dans la craie de Syrie, où Conrad l'a décrit sous le nom d'*Ostrea densata*. d'après les exemplaires recueillis par le docteur Anderson, entre Kerak et la mer Morte. Il foisonne dans cette région, où nous en avons rencontré des centaines sous nos pas.

Nous avions déjà reconnu l'identité de l'*Exogyra densata* de Conrad avec l'*Ostrea auressensis* de M. Coquand.

Ce dernier et savant géologue vient de relever la curieuse synonymie de cette espèce qui remonte à Lamark, et qui, suivant les temps et les pays où elle a été découverte, a porté successivement les noms de *africana*, *secunda*, *affinis*, *cornu-arietis*, *densata*, *turtur*, *auressensis*, etc.

Nous saisissons avec empressement cette occasion de féciliter M. Coquand d'avoir restitué à cette espèce le nom que Lamarck lui imposa le premier, après l'étude qu'il en avait faite sur un exemplaire rapporté d'Algérie par le botaniste Desfontaines (1).

Le nom d'*africana* s'applique d'ailleurs admirablement à cette espèce, qu'on trouve dans toute l'Afrique septentrionale, depuis le Maroc jusqu'à l'Égypte, où nous avons constaté sa présence parmi les échantillons rapportés par Lefebvre des environs de Cosseir.

Les *fig.* 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 de notre Pl. X représentent les diverses variétés qu'on trouve dans les environs de la mer Morte, depuis celles dont les valves sont le plus bombées (*fig.* 1, 2) (2) et le crochet le plus recourbé latéralement, jusqu'à celles dans lesquelles le crochet se trouve presque dans le plan de l'axe longitudinal de la coquille, dont la

(1) Nous avons vu, dans la collection de conchyliologie du Muséum, un exemplaire d'huître appartenant à cette espèce et possédant le facies noirâtre des fossiles crétacés de l'Aurès. Il portait l'étiquette d'*Ostrea secunda*, peut-être écrite de la main de Lamarck lui-même, qui aura fondé successivement sur cet échantillon ses deux espèces.

(2) Ces variétés se rapprochent beaucoup de l'*Exogyra arietina* du Texas (Rœmer, *loc. cit.*, Pl. 8, *fig.* 10). Nos échantillons de Kerak présentent même à la valve inférieure un rudiment d'oreillette correspondant au crochet de la valve supérieure, ainsi que cela se voit avec plus d'exagération dans l'*Exogyra arietina*.

Les fossiles de cette craie d'Amérique, offrent des formes *parallèles*, ou, si l'on veut, *représentatives* de celles de notre grande bande crétacée Asiatico-Africaine.

valve inférieure n'éprouve plus de torsion et dont la valve supérieure n'est presque plus convexe.

Toutes ces variétés se trouvent mêlées dans la même couche à Aïn–Ersit, entre Kerak et la mer Morte, à l'est de ce lac.

L'*O. africana* se recueille aussi sur les bords du waddy Zerka–Maïn (Ammonitide), dans des calcaires marneux où il est associé à l'*O. Delettrei*, *O. olisiponensis*. *O. flabellata*.

En aval de ce point, on le retrouve encore près des sources qui alimentent ce même cours d'eau du waddy Zerka–Maïn.

Dans ces deux derniers gisements l'*O. africana* présente une variété d'habitat qui mérite d'être signalée. On n'y rencontre pas les formes si communes à Aïn–Ersit (*fig.* 1, 2), mais plutôt celle que reproduit la *fig.* 3. De plus, les valves supérieures sont plates, et la valve inférieure devient légèrement squameuse ; les stries d'accroissement, plus marquées, deviennent aussi plus largement espacées. On y trouve des exemplaires qui s'éloignent de la forme ovale–allongée de cette coquille et deviennent trapézoïdales, comme l'individu représenté dans la Pl. X par la *fig.* 7. Certains échantillons pourraient aisément se confondre avec les jeunes individus de l'*O. Delettrei*, n'était la valve supérieure qui les fait toujours aisément reconnaître.

On retrouve l'*O. africana* au waddy Heïdan, au waddy Mojib, à la base du jebel Schihan.

C'est probablement cette espèce que Léopold de Buch (1) signale sous le nom d'*Exogyra secunda*, comme étant associée dans le Liban à l'*Exogyra flabellata* et aux Ammonites (Cératites) qu'il a décrites.

Lefebvre l'a rapportée du jebel Tyh et de quelques autres localités du Sinaï. Il l'a également recueillie en Égypte, entre Cosseir et Suez.

Enfin, c'est encore probablement l'*O. africana* que figure Beyrich sous le nom d'*O. Overwegi* var. *lævigata*.

**Ostrea Delettrei**, Coquand.

*Géol. et Paléont. de la prov. de Constantine*, p. 225. — Var. *exogyriformis*, *id.*, Pl. XVIII, *fig.* 4, 5.

(Pl. X, *fig.* 8 et 9.)

Tous les exemplaires de cette belle espèce que nous avons recueillis en Palestine se rapportent à la variété exogyriforme et sont de forme très-allongée. Ils sont constamment

(1) *Ueber Ceratiten*, in *Acad. de Berlin*, 22 mars 1847. — *Institut*, 22 mars 1848.

associés à des Plicatules. Les uns proviennent du waddy Zerka-Maïn, à l'est de la mer Morte; les autres, d'Erak el Emir, à l'est du Jourdain.

L'*O. Delettrei* se distingue facilement des variétés les plus proches d'*O. africana*, par sa valve supérieure, sa forme élancée et linguloïde, et par l'écartement des lames d'accroissement.

**Ostrea flabellata**, d'Orb., 1843.

*Pal. franç.*, t. III, p. 717, Pl. CDLXXV. — *Gryphæa plicata*, Lamk (non *plicata*, Sow.).

(Pl. X, *fig.* 10, 11, 12, 13 et 14.)

De Buch (1) et d'Orbigny (2) ont signalé depuis longtemps la présence de l'*O. flabellata* dans le Liban, et nous avons vu en effet, au Muséum d'histoire naturelle de Paris (3), ainsi qu'au British Museum de Londres (4), des exemplaires de cette coquille qui venaient de cette contrée.

Anderson et Conrad paraissent avoir confondu assez habituellement cette espèce avec l'*O. Boussingaulti*, qu'ils indiquent, par erreur, en plusieurs points de la Palestine.

M. Fraas a déterminé, comme appartenant aux *O. Matheroniana*, *O. Boussingaulti*, des fossiles rapportés des environs de Kerak par le docteur Roth. Nous avons vu que ce sont les *O. africana*, *O. flabellata*, qui abondent dans cette région.

L'*O. flabellata* est très-commun en Orient. Il existe dans le sud de l'Arabie, où le docteur Carter l'a recueilli près du cap Fartak, ainsi que j'ai pu m'en assurer par l'inspection de sa collection au musée de la Société géologique de Londres.

Lefebvre en a rapporté un grand nombre d'exemplaires de diverses localités du Sinaï et de l'Égypte.

Nous l'avons recueilli en Arabie Pétrée, à une journée de marche au nord du golfe d'Akabah, au waddy Haïmeh, dans des argiles jaunâtres superposées aux grès de Nubie.

Nous l'avons trouvé en Palestine, à Aïn-Ersit, au waddy Mojib, au waddy Heïdan, au mont Nebo, à Aïn-Musa, à Aïn-Jidy, Erak el Emir, Rajib, Jerasch, etc.

La *fig.* 10 de notre Pl. X représente cette espèce dans son plus bel état de conservation, telle qu'on la trouve au mont Nebo, au waddy Haïmeh et aux environs de Jerasch.

(1) *Ueber Ceratiten*, loc. cit.
(2) *Cours de paléontologie*, t. II, p. 645. — *Prodrome*, n° 518.
(3) Le Père Beadle avait rapporté ce fossile du Liban. (Collection de paléontologie.)
(4) *British Museum*, Collect. de géol., n° 23 953, rapporté du Liban par M. Sheppard.

**Ostrea canaliculata,** d'Orb., 1847.
*Paléont. franç.*, t. III, p. 709, Pl. CDLXXI, *fig.* 4 et 8.
(Pl. X, *fig.* 15 et 16.)

Nous avons trouvé cette espèce (sur l'identité de laquelle il ne peut rester le plus léger doute) dans la craie blanche de Sebbeh (Masada), sur le littoral occidental de la mer Morte. Elle est associée, en ce point, à l'*O. vesicularis* var. *judaica.*

**Ostrea vesicularis,** Lamk, d'Orb.
*Paléont. franç.*, t. III, Pl. CDLXXXVII, p. 742.
(Var. **judaica.**)
(Pl. X, *fig.* 17, 18, 19, 20, 21 et 22.)

Nos exemplaires ne peuvent se rapporter qu'à l'*O. vesicularis*, et se rapprochent notamment beaucoup de la variété bien connue qu'on trouve dans la craie chloritée de France.

M. Guéranger a fait de cette dernière variété une espèce nouvelle qu'il a dédiée à M. Bayle (*Ostrea Baylei*), dans des notes restées inédites. M. Coquand a retrouvé en Algérie cette même variété de l'*O. vesicularis*, qu'on rencontre au niveau constamment inférieur à celui qu'occupe le type de l'espèce. Ce savant géologue a cru devoir adopter l'espèce inédite de M. Guéranger. M. Bayle considère également la forme de la craie chloritée comme constituant une espèce distincte. L'opinion de savants aussi autorisés nous a fortement ébranlé, et nous avons été sur le point de rapporter à l'*O. Baylei* notre fossile de Judée; mais nous sommes souvenu des variations nombreuses qu'offre l'*O. vesicularis*, variations qui conduiraient les paléontologistes à faire, par exemple, dans les Pyrénées, plusieurs espèces distinctes des variétés qu'on rencontre dans la craie de cette chaîne. N'y aurait-il pas une exagération regrettable à ne plus admettre de *variétés* parmi les fossiles, quand nous en observons un si grand nombre dans les espèces actuelles, et faut-il, sur la plus légère différence, se hâter de créer de nouveaux noms, au risque d'encombrer inutilement les listes de synonymies déjà si surchargées? C'est là une question de tact et de mesure que tout le monde ne résout pas de même. Ceux qui ne sont pas du même avis que nous sur cette matière reconnaîtront, nous l'espérons, qu'en ajoutant au nom de l'espèce que notre fossile rappelle par sa forme générale le nom de variété *judaica*, qui rappelle son habitat et montre qu'il offre avec le type de légères différences, nous évitons toute confusion, et mettons le lecteur en garde contre une identification prématurée, aussi bien que contre une séparation trop absolue.

Les *fig.* 17, 18, 19 de la Pl. X représentent les échantillons de cette variété qu'on trouve en grande abondance, formant même des bancs véritables, dans la craie à Foraminifères de Sebbeh (Masada), sur le littoral occidental de la mer Morte. Ces Huîtres se trouvent associées à l'*O. canaliculata*, dans une craie blanchâtre, au pied de ce rocher sur lequel périrent les derniers défenseurs de la nationalité juive, du côté de la chaussée de Titus.

On retrouve la même variété dans les calcaires gris, tendres pétris de débris de Poissons, qu'on rencontre dans le voisinage et à l'est de Nebi-Musa.

Les *fig.* 20, 21, 22 se rapportent à une Huître fossile qui paraît être un individu jeune de la précédente.

On la trouve au W. Mojib, à l'est de la mer Morte, au-dessus des marnes à *Hemiaster*, *Plicatula* et *Ostrea Mermeti*. C'est de cette localité que provient l'exemplaire figuré Pl. X, *fig.* 21, 22.

Cette petite Huître se rencontre aussi à Aïn-Jidy, dans des calcaires blancs, au-dessous des *O. olisoponensis* et *flabellata*, et au-dessus des calcaires dolomitiques des falaises.

Dans ces deux localités elle est associée à l'*O. Mermeti* var. *minor*.

Anderson a recueilli comme nous l'*O. vesicularis* près de Nebi-Musa et de Mar-Saba.

M. Fraas le cite comme ayant été recueilli par le capitaine Wilson, dans la montagne de la Quarantaine, près de Jéricho, et il le mentionne également aux environs de Jérusalem.

Le *Gryphæa capuloides* de Conrad, qu'Anderson avait recueilli dans la craie del Sileh (Siloh?) en Samarie (1), ressemble à la petite variété que nous avons recueillie au waddy Mojib et à Aïn-Jidy.

*Ostrea Villei*, Coq.

Dans le poudingue du Jebel Haroun (mont Hor), en Idumée, parmi les éléments roulés d'origine crétacée qui le composent, se trouve un fossile silicifié roulé qui paraît se rapporter à l'*Ostrea Villei* de la craie d'Algérie.

C'est aussi à cette Huître que nous ont paru devoir être rattachés certains fossiles observés par nous au pied des fortifications de Kerak, fossiles que nous avons retrouvés dans les pierres de construction de cette forteresse, mais que nous n'avons pu détacher de la roche et sur laquelle, par conséquent, nous n'avons d'autres éléments d'information que nos souvenirs (2).

(1) *Of. Rep.*, p. 224, Pl. XVIII, *fig.* 103 et 104.

(2) L'*Ostrea Villei* se retrouve en Égypte, ainsi que nous l'avons reconnu en examinant des collections de fossiles provenant de cette contrée.

De Rozière a rapporté de la vallée de Cosseir une Huître fossile qu'il rapproche de l'*Ostracites falbala* (?).

## CLASSE DES BRACHIOPODES.

**Terebratula Nicaisei,** Coq., *Géol. et Paléont. de la prov. de Constantine.*
(Pl. VIII, *fig.* 1 et 2.)

Nos exemplaires diffèrent un peu du type figuré par M. Coquand; ils sont moins allongés et moins bombés, mais nous avons vu chez M. Péron des échantillons de l'espèce algérienne qui ressemblent tout à fait aux nôtres et ont été recueillis au même niveau géologique.

Nous avons fait représenter cette espèce dans la Pl. VIII, *fig.* 1, 2, d'après un exemplaire qui vient de Rajib (Pérée), localité où cette Térébratule se trouve en très-grande abondance.

# EMBRANCHEMENT DES RADIAIRES.

## CLASSE DES ÉCHINODERMES.

### ÉCHINIDES.

**Hemiaster Fourneli,** Desh. (*H. Saulcyanus*, d'Orb.; *Periaster Fourneli*, Desor.)
(Pl. XIII, *fig.* 8, 9 et 10.)

M. Desor avait considéré cette espèce comme un *Periaster*. M. Hébert a relevé cette erreur en démontrant que l'espèce de M. Desor est le *Periaster oblongus* qu'on trouve au jebel Gareb, dans la chaîne arabique.

L'*Hemiaster Saulcyanus* serait, d'après M. Cotteau, une variété de l'*H. Fourneli*.

Cette espèce, si répandue en Algérie, est assez commune en Palestine. Nous l'avons recueillie au Ras el Abyad (côtes de Phénicie), à Aïn-Ersit (Moabitide), entre Kérak et la mer Morte, à Aïn-Musa, au waddy Mojib, et au waddy Zerka-Maïn, à l'est de la mer Morte, sur des contre-forts du mont Hor, près de Pétra. en Idumée, enfin entre Turmus-Aya et Aïn-Fasaïl, dans la Samarie.

Nous avons considéré, avec M. Cotteau, cette espèce comme cénomanienne.

D'après les excellentes figures qu'il a données de ce fossile dans la Pl. X de l'Atlas de l'Expédition d'Égypte, il n'est pas difficile de reconnaître, *fig.* 4, 5, 6 et 7, l'*Ostrea Villei*, Coq.

M. Péron (1), tout en convenant qu'on trouve en Algérie ce fossile dans la partie supérieure de l'étage cénomanien, aurait reconnu que son niveau le plus habituel se trouve dans l'étage santonien de M. Coquand, c'est-à-dire à la base de la craie blanche. Il y avait dès lors entre les observations de M. Péron et certaines des nôtres un léger désaccord qui vient heureusement de se dissiper. Notre excellent confrère se livre, comme on sait, depuis quelque temps, à l'étude attentive et détaillée des Oursins secondaires d'Algérie, qu'il connaît mieux que personne et dont il possède la collection la plus complète. Dans une récente visite par lui faite au Muséum, il a eu occasion de voir les Oursins fossiles que nous avons rapportés de Syrie et a pu constater que les échantillons que M. Cotteau avait attribués à l'*Hemiaster Fourneli* et dont le niveau stratigraphique que nous leur avions assigné en Syrie lui paraissait anormal, se rapportent pour la plupart à une espèce voisine, l'*Hemiaster Batnensis*, qui se retrouve en Algérie au même niveau que les nôtres.

**Hemiaster Orbignianus,** Desor. (*H. Fourneli* part., d'Orb.).

(Pl. XIII, *fig.* 11 et 12.)

Cette espèce qu'on retrouve en Provence, au-dessous des calcaires à *Caprina adversa* et associée à l'*Heterodiadema libycum*, a été recueillie par nous sur le chemin de Suf à Jerasch, dans la Pérée.

M. Péron pense que notre espèce de Syrie rentrerait plutôt dans un type nouveau de Batna (Algérie) qu'il va prochainement publier avec M. Gautier sous le nom de *Hemiaster Chauveneti*.

**Hemiaster Luynesi,** Cotteau, 1867 (2).

(Pl. XIII, *fig.* 4, 5 et 6, var. *Major*, *fig.* 7.)

Voici, d'après M. Cotteau, une description de cette espèce plus complète que celle qui a paru dans le *Bulletin de la Société géologique*.

« Description. — Hauteur, 25 millimètres; diamètre antéro-postérieur, 36 millim.;

(1) *Bulletin de la Soc. géol. de France*, 1870, p. 601.

(2) Espèce dédiée au duc de Luynes. — *Sur les Echinides fossiles recueillis en Syrie et en Idumée par M. L. Lartet, pendant son voyage avec le duc de Luynes* (*Compt. rend. de l'Acad. des sc.*, t. LVIII, p. 198; *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, 1869, t. XXVI, p. 534).

diamètre transversal, 33 millim. — Var. *major :* hauteur, 34 millim.; diamètre antéro-postérieur, 48 millim.; diamètre transversal, 47 millim.

« Espèce de taille assez forte, un peu plus longue que large, anguleuse à l'ambitus, profondément échancrée en avant, tronquée en arrière, ayant sa plus grande largeur vers le tiers antérieur de sa longueur. Face supérieure renflée; face inférieure arrondie à l'ambitus, bombée au milieu, presque plane en avant du péristome. Sommet ambulacraire un peu excentrique en avant; sillon antérieur large et profond à la face supérieure, vague et atténué dans la région infra-marginale. Aire ambulacraire impaire composée de pores petits, subvirgulaires, rapprochés les uns des autres et formant une zone porifère très-étroite, disposés près du sommet par paires serrées qui s'espacent en se dirigeant vers l'ambitus. Aires ambulacraires paires fortement excavées, s'élargissant en forme de feuilles, les postérieures presque aussi longues que les autres. Zones porifères un peu plus développées que l'intervalle qui les sépare, formées de pores étroits et allongés. Aires interambulacraires saillantes et renflées, resserrées près du sommet par les aires ambulacraires. Tubercules crénelés et perforés inégaux et espacés à la face supérieure, plus gros et plus serrés dans la région marginale et à la face inférieure sur l'aire interambulacraire impaire. Appareil apical granuleux, variable dans son aspect, suivant qu'il est plus ou moins resserré par la saillie des aires interambulacraires près du sommet. Péristome subelliptique ne paraissant pas labié, un peu éloigné du bord. Périprocte ovale, s'ouvrant au sommet de la face postérieure, au-dessous d'une aréa elliptique, légèrement creusée vers l'ambitus et vaguement circonscrite par une série de protubérances atténuées; fasciole large, apparent, entourant les aires ambulacraires sans en suivre les sinuosités. »

La var. *major* (Pl. XIII, *fig.* 7) de cette même espèce est représentée par un exemplaire de grande taille, qui s'en distingue un peu par sa forme plus large en avant et plus acuminée en arrière, par sa face supérieure plus épaisse et plus renflée.

Rapports et Différences. — L'*H. Luynesi* offre assurément quelque ressemblance avec certaines variétés renflées et à aires ambulacraires plus profondes, de l'*H. Fourneli;* il s'en éloigne cependant par son ambitus plus anguleux, ses aires ambulacraires plus excavées et formées de zones porifères plus larges, son sommet un peu plus excentrique en avant, ses aires interambulacraires plus saillantes près du sommet et donnant à la face supérieure un aspect plus inégal et plus renflé, son péristome moins transverse et plus éloigné du bord.

Il est également voisin de l'*H. africanus*, Coquand, auquel avait été réunie la variété *major*. Cette espèce en diffère certainement par sa forme moins dilatée, par sa face supérieure plus épaisse, plus renflée et tronquée plus carrément dans la région antérieure,

par ses aires ambulacraires moins larges et moins fortement excavées, par ses aires inter-ambulacraires plus saillantes.

Nous avons recueilli cette espèce que M. Cotteau a dédiée au duc de Luynes, dans certains horizons crétacés, sur les confins de l'Ammonitide et de la Moabitide, à l'est de la mer Morte. (*Voyez* le chapitre précédent, p. 71.)

La variété *major* vient de Schihan, dans la même région.

Cet *Hemiaster* serait, d'après M. Péron, voisin de l'*Hemiaster Fourneli*.

**Hemiaster Vignesi,** Cotteau, 1867 (1).

(Pl. XIII, *fig.* 13 et 14.)

Comme pour l'espèce précédente, nous croyons utile de donner ici le texte d'une description de M. Cotteau, plus complète que celle qui a précédemment paru dans le *Bulletin de la Société géologique*.

« Description. — Hauteur, 17 millimètres; diamètre antéro-postérieur, 29 millim.; diamètre transversal, 27 millim.

« Espèce de taille moyenne, oblongue, arrondie et un peu échancrée en avant, légèrement acuminée en arrière. Face supérieure médiocrement renflée, subdéclive en avant, ayant sa plus grande hauteur dans la région postérieure; face inférieure presque plane, un peu bombée vers le milieu. Sommet ambulacraire excentrique en arrière: sillon antérieur large, assez profond, subcaréné sur les bords, se prolongeant jusqu'à l'ambitus qu'il entame assez fortement, plus vague et plus atténué aux approches du péristome. Aire ambulacraire impaire aussi longue que le sillon qui la renferme, composée de pores petits, subvirgulaires, rapprochés les uns des autres et formant une zone porifère très-étroite, disposés sur toute la face supérieure par paires serrées et un peu obliques. Aires ambulacraires paires très-inégales, les antérieures allongées, flexueuses, les postérieures courtes et arrondies, les unes et les autres formées de pores virgulaires, unis par un sillon et laissant au milieu de l'aire ambulacraire une zone interporifère très-étroite. Péristome rapproché du bord, semi-circulaire. Périprocte ovale, s'ouvrant à la face postérieure sans trace d'aréa.

« Rapports et Différences. — Quoique représentée par un échantillon unique et assez mal conservé, cette espèce constitue un type particulier facilement reconnaissable à sa forme

(1) Espèce dédiée à M. Vignes, lieutenant de vaisseau, notre compagnon de voyage. — *Sur les Échinides fossiles recueillis en Syrie par M. L. Lartet* (*Comptes rendus*, t. LVIII, p. 198; *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, 1869, t. XXVI, p. 535).

générale, qui lui donne l'aspect d'un *Echinospatagus* plutôt que celui d'un *Hemiaster*, à son sillon antérieur large et bordé de zones porifères, étroites, à ses aires ambulacraires paires très-flexueuses en avant, courtes et arrondies en arrière.

« La face inférieure, le péristome et le fasciole ne sont malheureusement pas visibles dans cet exemplaire. »

Nous croyons avoir recueilli ce fossile près de Kerak (Moabitide); malheureusement, nous n'avons, pour lui appliquer cette origine, que nos souvenirs, l'étiquette qu'il portait s'étant perdue dans le voyage. Dans tous les cas, s'il ne vient pas de Kerak même, il provient des couches crétacées des bords de la mer Morte, rapprochées de cette localité.

Cette espèce paraît être jusqu'ici inconnue en Algérie.

*Hemiaster Saulcyanus.*

On cite cette espèce dans le Liban, mais nous avons vu que, d'après M. Cotteau, c'est une simple variété de l'*H. Fourneli.*

**Nucleolites Luynesi,** Cotteau, 1867 (1).

(Pl. XIII, *fig.* 15, 16, 17, 18 et 19.)

Nous donnerons encore, à propos de cette espèce nouvelle, la description suivante de M. Cotteau :

« Description. — Hauteur, 8 millimètres; diamètre antéro-postérieur, 16 millim.; diamètre transversal, 15 millim.

« Espèce de petite taille oblongue dilatée en avant, un peu plus étroite en arrière. Face supérieure renflée, fortement déclive dans la région postérieure; face inférieure déprimée au milieu, pulvinée sur les côtés, presque plane en arrière. Sommet très-excentrique en avant. Aires ambulacraires subpétaloïdes, inégales, formées de pores petits et arrondis. Péristome presque central, s'ouvrant dans une dépression très-prononcée de la face inférieure. Périprocte très-éloigné du sommet, auquel il n'est relié par aucun sillon, arrondi à sa partie supérieure, placé sur le tiers postérieur du diamètre longitudinal, au sommet d'un sillon qui s'élargit et s'atténue vers l'ambitus. »

Rapports et Différences. — Cette petite espèce se place dans le voisinage des *N. minimus* et *N. minor* du terrain crétacé de France, mais elle s'en distingue assez nettement

(1) Dédié au duc de Luynes. — *Sur les Échinides recueillis par M. L. Lartet, etc.* (*Compt. rend.*, t. LXXVIII, p. 198; *Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, 1869, t. XXVI, p. 535).

par sa forme plus large, par sa face inférieure plus déprimée, par son sommet ambulacraire plus excentrique en avant, par son périprocte placé plus en arrière et plus arrondi à sa partie supérieure.

Localité. — Contre-forts du mont Hor, près de Pétra, dans l'Idumée, où nous avons trouvé cette jolie espèce associée au *Cyphosoma Delamarrei* et à l'*Hemiaster Fourneli*.

Le *Nucleolites Luynesi* se retrouve en Algérie avec l'*Hemiaster Fourneli* et le *Cyphosoma Delamarrei*. Il ressemble beaucoup au *Nucleolites minimus* qu'on trouve dans la craie du Beausset, associé également à l'*Hemiaster Fourneli, Cyphosoma Delamarrei, Holectypus serialis*.

*Galerites albo-galerus*, Lamk (Fraas). — Jérusalem (Judée).

*Discoidea cylindrica*, Ag. (Fraas). — Jérusalem, Sinaï.

**Holectypus excisus,** Desor sp.

(Pl. XIV, *fig.* 6 et 8.)

Les exemplaires de Syrie ont le périprocte un peu moins élevé que les échantillons ordinaires de cette espèce qu'on rencontre dans l'étage cénomanien, en France. Nous avons recueilli ce fossile à Aïn-Musa, au pied du mont Nebo, au nord-est de la mer Morte.

**Holectypus serialis,** Deshayes.

(Pl. XIII, *fig.* 20 à 23.)

L'un de nos exemplaires de Syrie a paru à M. Cotteau remarquable par sa grande taille et par sa face supérieure subconique. Il constituerait, d'après ce savant paléontologiste, une véritable variété. Nous avons recueilli cette espèce dans trois localités situées toutes à l'est de la mer Morte : à Aïn-Musa, et entre le waddy Haïdan et le waddy Mojib; enfin, à Rajib, dans la Pérée.

C'est, d'après M. Cotteau, une espèce habituellement associée, en Algérie, à l'*Hemiaster Fourneli* et au *Cyphosoma Delamarrei*.

D'après M. Péron, au contraire, nos *Holectypus* de Syrie se rapporteraient plutôt à l'*Holectypus cenomanensis*, ce qui expliquerait son association avec des espèces cénomaniennes.

L'*Holectypus cenomanensis* se trouve en effet en Algérie, à Batna, avec l'*Heterodiadema libycum, Goniopygus Brossardi, Holectypus excisus*, au-dessous de l'*Holectypus serialis* qui est santonien.

**Holectypus Larteti,** Cotteau, 1867 (1). — Pl. IX, *fig.* 21, 22.

(Pl. XIV, *fig.* 1, 2, 3, 4 et 5.)

Voici la description complète de cette espèce par M. Cotteau, qui a bien voulu nous la dédier.

« Description. — Hauteur, 12 millimètres; diamètre antéro-postérieur et transversal, 24 millim.

« Espèce de taille moyenne, subcirculaire, aussi longue que large. Face supérieure uniformément bombée; face inférieure renflée sur les bords, concave au milieu. Aires ambulacraires légèrement saillantes. Pores très-petits, serrés, rangés obliquement, s'espaçant un peu aux approches du péristome. Tubercules de petite taille, peu nombreux, largement espacés, plus gros, plus visiblement scrobiculés et un peu plus abondants vers l'ambitus dans la région infra-marginale. Ces tubercules forment des rangées verticales qui disparaissent successivement à la face supérieure et affectent en outre, vers l'ambitus, une disposition horizontale très-prononcée. Tubercules secondaires beaucoup plus petits, assez rares, intercalés çà et là entre les tubercules principaux. Granules intermédiaires fins, serrés, abondants, homogènes, formant tantôt des séries linéaires, tantôt des cercles délicats autour des scrobicules. Péristome circulaire, étroit, muni d'entailles apparentes, et s'ouvrant dans une dépression profonde de la face inférieure. Périprocte petit, ovale-acuminé à ses deux extrémités, occupant à peu près la moitié de l'espace compris entre le péristome et le bord postérieur, bien plus rapproché du bord que de l'ouverture buccale. Appareil apical subpentagonal, granuleux, présentant cinq plaques génitales perforées, à l'angle desquelles s'intercalent les cinq plaques ocellaires; la plaque madréporiforme se prolonge au milieu de l'appareil et forme un bouton saillant. »

Rapports et différences. — Par sa taille, sa forme générale, sa face supérieure épaisse et renflée, son péristome étroit et très-enfoncé, cette espèce rappelle, au premier aspect, l'*H. Turonensis;* elle s'en distingue très-nettement par ses tubercules moins nombreux et autrement disposés, et surtout par son périprocte beaucoup moins développé. Ce dernier caractère lui donne quelque ressemblance avec le *Discoidea pentagonalis*, mais cette espèce est moins grande, plus renflée et plus pentagonale, et son périprocte se rapproche

(1) *Sur les Échinides recueillis par M. L. Lartet, etc.* (*Compt. rend.*, t. LXXVIII, p. 198; *Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, t. XXVI, p. 537).

beaucoup plus du péristome que du bord postérieur, tandis que c'est le contraire qui a lieu dans l'espèce qui vient d'être décrite.

Loc. — Nous avons recueilli cette espèce au waddy Heïdan et au waddy Mojib, sur les confins de l'Ammonitide et de la Moabitide, à l'est de la mer Morte.

M. Péron lui trouve des rapports avec l'*Holectypus Turonensis*. Il l'a recueilli à Batna, en compagnie des mêmes fossiles qui lui font cortége en Syrie.

### **Cyphosoma Delamarrei,** Des.

(Pl. XIV, *fig.* 9, 10 et 11.)

Bien que paraissant se rattacher à cette espèce, les exemplaires de *Cyphosoma* que nous avons recueillis en Palestine et en Idumée ont paru à M. Cotteau offrir quelques différences avec les types du *C. Delamarrei*. Leur forme est moins renflée, leur zone porifère moins onduleuse, leurs plaques coronales à suture moins apparente, leur appareil apical relativement plus développé.

Nous avons recueilli ce fossile, avec l'*H. Fourneli* et le *Nucleolites Luynesi*, dans les calcaires des contre-forts du mont Hor (Idumée), à Aïn-Musa (Ammonitide). On le rencontre également au Sinaï. C'est une espèce très-répandue en Algérie, où elle se trouve associée également à l'*Hemiaster Fourneli*, dans des couches que les uns rapportent au cénomanien, tandis que d'autres les assimilent à l'horizon de la craie de Villedieu.

### **Heterodiadema libycum,** Cotteau.

(Pl. XIV, *fig.* 15, 16, 17, 19, 20 et 21.)

Cette espèce, type du genre *Heterodiadema* et si facilement reconnaissable à la forme toute particulière de son appareil apical, est assez commune en Palestine, où nous l'avons trouvée notamment au waddy Mojib et à Aïn-Musa.

Elle a été également recueillie au Sinaï et en Égypte. C'est d'ailleurs, comme on sait, une espèce très-cosmopolite qui caractérise parfaitement l'étage cénomanien en Europe, au Maroc et en Algérie, où, d'après M. Péron (1), elle occuperait un niveau constamment inférieur à celui de l'espèce précédente. Elle est également associée dans ce dernier pays au *Goniopygus Brossardi* et à l'*Holectypus excisus*.

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, loc. cit.

**Goniopygus Brossardi,** Coq.

(Pl. XIV. *fig.* 12, 13 et 14.)

Voici encore une espèce très-commune en Algérie, et que nous avons retrouvée dans la craie de Palestine, représentée, il est vrai, par un seul exemplaire qui provient du waddy Mojib. M. Coquand l'indique en Algérie dans son étage *rothomagien*, qui correspond au cénomanien inférieur.

C'est une espèce associée à l'*Heterodiadema libycum*, en Algérie comme en Palestine.

M. Péron pense que notre *Goniopygus* de Syrie pourrait bien être le *Goniopygus Menardi* (?).

**Cidaris** (?).

(Pl. XIV, *fig.* 22, 23 et 24.)

Nous avons recontré au débouché du waddy Haïmeh, dans le désert d'Arabah (Idumée), un radiole très-allongé de *Cidaris*, qui, soumis à l'examen de M. Cotteau, lui a paru différer des autres espèces crétacées.

Ce radiole se trouvait enfoui dans une marne jaune à *Ostrea flabellata*, presque immédiatement superposée au grès de Nubie.

## POLYPES.

### I. — POLYPES CRÉTACÉS.

*Sarcinula auleticon*, Goldf. (Fraas). — Environs de Jérusalem (Judée).

## EMBRANCHEMENT DES PROTOZOAIRES.

### CLASSE DES FORAMINIFÈRES.

Nous avons eu occasion, dans la première partie de ce travail, de mentionner à diverses reprises la présence, dans les couches crétacées de la Palestine, de nombreux Foraminifères microscopiques.

Ces Foramifères appartiennent aux genres :

*Lagena*, *Asterigerina*, *Globigerina*, *Truncatulina*, *Bulimina*, *Dentalina*, *Marginulina*, *Robulina*, *Rosalina*, *Textilaria*.

Les *Textilaria* surtout sont nombreux, et il suffit de frotter un instant, avec une petite brosse imbibée d'eau, un morceau de calcaire de Kalwet, de Nebi-Musa, de Schihan, de Kerak ou de l'Arabah, pour en détacher aussitôt des centaines de ces Foraminifères microscopiques qui paraissent constituer, en majeure partie, ces roches.

Nous avons confié ces fossiles minuscules à M. Terquem, qui s'est, avec tant de courage, de patience et de talent, voué dans notre pays à cette branche difficile et délicate de la paléontologie.

Sans vouloir en rien anticiper sur la publication qu'il prépare sur ce sujet, nous nous croyons autorisé à dire qu'il a vu nos espèces se rattacher les unes aux autres par des variations de formes très-multipliées et quelquefois par des passages insensibles.

Nous avions cru pouvoir nous servir de l'étude de ces Foraminifères microscopiques pour délimiter d'une façon commode les couches secondaires et les assises tertiaires. Mais nous n'avons pas tardé à nous apercevoir que les caractères tirés de ces petits êtres ne fournissent, quant à présent, aucun moyen de séparer nettement la craie de l'éocène. Il n'y a que les géants du groupe, les Nummulites, qui puissent permettre d'atteindre ce résultat.

Nous aurions dû nous souvenir qu'Ehrenberg (1) avait essayé vainement de tirer de ces animacules un caractère précis pour identifier les calcaires crayeux de l'Orient à la craie d'Europe. Il a été, il est vrai, guidé fort heureusement, dans beaucoup de cas, par ce caractère, mais on ne peut nier aujourd'hui que pour les calcaires des bords du Nil, il ne se soit souvent trompé, et n'ait confondu les assises éocènes avec les couches crétacées.

Les recherches de M. Terquem, en nous montrant la difficulté qu'on éprouve à séparer certains Foraminifères du lias, à formes lisses, de ceux de l'époque actuelle, semblent démontrer que pour les petits représentants de cette classe, les changements qui ont pu anéantir les formes plus compliquées sont restés sans beaucoup d'influence. Il faut donc

(1) Ehrenberg (*Zur mikrogeologie*, Leipzig, 1854) a figuré dans de magnifiques planches les animaux microscopiques provenant de calcaires de l'Égypte, du Sinaï et de la Syrie. La Pl. XXIII est consacrée aux Foraminifères des calcaires nummulitiques des Pyramides de Gyzeh et du Mokattam; la Pl. XXIV, à la craie des catacombes de Thèbes, dans la haute Égypte; la Pl. XXV, à la craie de l'Anti-Liban et du Sinaï.

renoncer, pour le moment du moins, à ce moyen si précieux et si commode de déterminer les terrains d'une vaste contrée au moyen de quelques esquilles de roches rapportées par les missionnaires ou les voyageurs. Et cependant, en lavant avec soin les roches crayeuses que nous avions rapportées de divers points de la France, et après en avoir transporté les résidus sur le porte-objet du microscope, nous avions cru y reconnaître plus d'une fois les analogues de nos Foraminifères de la craie de Syrie.

Nous n'avons point rencontré de Foraminifères de grande taille dans les terrains crétacés que nous avons explorés en Orient. Plus heureux que nous, M. Fraas a, depuis, trouvé, dans les calcaires à Hippurites des environs de Jérusalem, un Foraminifère qu'il considère comme une véritable Nummulite.

Il a figuré cette espèce sous le nom de *Nummulites cretacea*. M. d'Archiac, dont la parole était si pleine d'autorité, surtout en pareille matière, sur la simple inspection de la figure de ce fossile, n'hésita pas à déclarer que c'était un genre nouveau et distinct des Nummulites. Ces derniers fossiles peuvent donc être encore considérés comme caractéristiques de la période tertiaire.

---

## CHAPITRE VII.

### TERRAINS TERTIAIRES DE LA PALESTINE ET DE L'IDUMÉE.

---

Bien qu'ils soient loin d'offrir l'extension, la puissance et la richesse paléontologique des terrains crétacés, les terrains tertiaires doivent jouer en Palestine un rôle plus important que ne le feraient supposer les rares fossiles qu'on y a découverts jusqu'à ce jour. Il ne faut point se contenter de cette probabilité pour agrandir prophétiquement son domaine dans cette contrée, comme l'ont fait sans raison suffisante plusieurs géologues, mais il y des motifs sérieux de croire qu'une partie des marnes et calcaires blanchâtres superposés aux zones fossilifères que nous avons étudiées dans le précédent chapitre leur appartient.

Nous avons vu dans le chapitre V, p. 59, combien il était difficile de distinguer dans la Samarie les marnes et calcaires crétacés des calcaires tertiaires à Nummulites qui les recouvrent dans cette région, les marnes blanchâtres formant des transitions insensibles entre les dépôts éocènes et les couches de la craie. Si nous n'avions pas découvert des Nummulites dans les environs de Sebastieh et de Naplouse, nous aurions assurément rapporté toutes les roches de la Samarie à la craie.

Dans la Moabitide et l'Idumée, le *facies* tertiaire des faunes de la craie à silex, si riches en *Turritelles* et en *Leda*, ce *facies*, disons-nous, ne laisse pas que d'être fort embarrassant malgré la présence d'une *Leda* qui paraît se retrouver dans les terrains crétacés, l'absence de Nummulites et la continuité apparente des phénomènes de la sédimention depuis le dépôt des terrains crétacés bien caractérisés auxquels succèdent insensiblement les marnes crayeuses à silex (chap. V, p. 66).

Non-seulement les caractères lithologiques et stratigraphiques de ces formations ne suf-

fisent pas à les séparer, mais encore la présence ou l'absence de lits de silex ne prouve rien puisqu'il existe en Orient, en Palestine même, des silex dans les couches de Nummulites aussi bien que dans les assises crétacées.

Ce n'est donc que sur les points où nous avons pu découvrir des Nummulites dans ces calcaires supérieurs que nous sommes autorisés à signaler la présence des terrains éocènes, sans toutefois nous dissimuler la probabilité de son extension plus grande que feront sans doute reconnaître les découvertes ultérieures.

Quoi qu'il en soit de la réalisation de ces prévisions, voici les points sur lesquels est, dès à présent, établie la présence du terrain nummulitique.

M. Conrad a décrit en 1852, dans le rapport officiel de l'expédition américaine, sous le nom de *Nummulites Arbyensis*, une Nummulite provenant d'Arby, localité qui m'est complétement inconnue et sur laquelle il n'est donné aucun renseignement (1).

Plus tard, M. Bellardi a cité comme se trouvant au mont Carmel la *Nummulites Beaumonti* (2).

M. Gaillardot a fait connaître l'année suivante un gisement nummulitique de la Phénicie. Cet honorable médecin avait déjà donné à M. Gaudry, lors du passage de ce dernier à Saïda, des Nummulites qui furent déterminées au Muséum comme étant le *N. Ramondi* et d'autres Foraminifères qui parurent se rapporter à l'*Operculina ammonea*. Ces fossiles étaient engagés dans un calcaire blanchâtre et dans des silex dont le gisement précis restait malheureusement ignoré.

Trois ans plus tard, M. Gaillardot écrivait à M. Gaudry pour lui annoncer qu'il avait retrouvé ce gisement près de Saïda (Sidon), sur les côtes de la Phénicie (3).

L'existence du terrain nummulitique sur les côtes de la Phénicie était donc bien établie avant notre voyage en Syrie. On n'avait point encore signalé ce terrain dans la Galilée, la Samarie, la Judée et l'Idumée.

En passant à Sebastieh et à Naplouse en 1864, nous eûmes la bonne fortune de découvrir plusieurs gisements de Nummulites que nous avons fait connaître l'année suivante, et, dans la suite du voyage, nous avons trouvé en Idumée, au waddy Gharundel, entre Petra et la mer Rouge, un nouveau gîte où les Nummulites de toutes tailles foisonnent et que nous avons également signalé en 1865.

(1) *Off Report.*, p. 227, Pl. XXII, *fig.* 127, 1862.
(2) *Catal. dei fossil. Nummulitdici d'Egypto* (Mém. Acad. de Turin, 2e série, t. XV, p. 171, 1855).
(3) *Bull. de la Soc. géol.*, 2e sér., t. XIII, p. 538, 1856.

Plus tard, M. Fraas a recueilli dans les calcaires crayeux à silex de la Judée un de ces Foraminifères qu'il attribue au *Nummulites Variolaria*.

Nous n'avons aucun renseignement précis sur les gisements d'Arby et du Carmel. Quant à celui des environs de Saïda (Sidon), les Nummulites, comme nous l'avons dit, sont engagées dans des calcaires blanchâtres et dans des silex brunâtres.

Dans la Samarie, entre Sebastieh et Naplouse, nous avons trouvé la *Nummulites Guettardi* d'Archiac répandue en abondance dans des calcaires blanchâtres assez tendres.

A Naplouse (Sichem), les blocs de calcaires accumulés au pied du mont Garizim sont pétris de Nummulites (*Nummulites Guettardi* d'Archiac) (1). On peut voir, Pl. XII, *fig.* 31, ces Foraminifères couvrant la surface d'un fragment calcaire que nous avons fait figurer.

Ce calcaire nummulitique de Naplouse est gris clair, dur, compacte, à cassure esquilleuse, cireuse et translucide sur les bords. Il ressemble assez au calcaire à Nérinées de Jérusalem et serait, comme ce dernier, susceptible d'acquérir un beau poli. Les Nummulites y foisonnent et font saillie sur les surfaces de la roche exposées depuis longtemps aux agents atmosphériques.

Ces fragments de calcaires non roulés viennent de la partie supérieure du Garizim (2).

Cette montagne est composée de calcaires en bancs horizontaux assez minces et reposant sur des marnes crayeuses blanches.

Environ au tiers de la hauteur de la montagne, se trouvent de larges entailles au bas desquelles sont des grottes spacieuses et artificielles qui paraissent avoir servi de carrières pour l'extraction des calcaires tabulaires dont nous venons de parler (3).

On y voit ces derniers alterner avec des lits extrêmement minces de marnes qui, plus aisément érodées que les calcaires, ont donné lieu à des rainures entre les bancs qu'elles séparent.

Voici la coupe que nous avons relevée sur les parois de la principale grotte du Garizim qui a 15 mètres de haut; les assises se succédant depuis le haut jusqu'au bas de la grotte ainsi qu'il suit :

(1) Cette espèce paraît très-répandue en Orient.

Bellardi la mentionne aux environs du Caire et M. Delanoue l'a rapportée de Thèbes dans la haute Égypte.

(2) Voyez la Pl. XXI de l'atlas du voyage du duc de Luynes, qui donne la vue du mont Garizim.

Tous les cailloux qui figurent au premier plan de cette vue sont pétris de Nummulites, que les actions atmosphériques ont contribué à faire ressortir à leur surface.

On voit dans le fond le Garizim composé de bancs presque horizontaux de calcaires en bancs minces.

(3) Voyez encore la Pl. XXI de l'atlas des photographies qui accompagne la relation de voyage du duc de Luynes. Vers le milieu de cette planche, au-dessus d'un groupe d'arbres du premier plan, l'ombre portée dessine de vastes entailles aux flancs du Garizim, au pied desquels se trouve Naplouse. Ce sont les carrières dont nous parlons et dont nous donnons ici la coupe.

| | |
|---|---|
| Calcaire compacte jaune avec empreintes vagues (plantes?) . . . . . . | 5$^m$,00 |
| Nodules de limonite . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0 ,05 |
| Calcaire compacte jaunâtre . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0 ,30 |
| Nodules de limonite . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0 ,05 |
| Calcaire compacte jaunâtre . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1 ,00 |
| Marne . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0 ,20 |
| Calcaire . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0 ,25 |
| Marne crayeuse . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0 ,20 |
| Calcaire blanc jaunâtre . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0 ,30 |
| Marne crayeuse tendre . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0 ,20 |
| Calcaire crayeux . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0 ,30 |
| Etc., etc. | |

Ces alternances paraissent enfin reposer sur des marnes crayeuses blanchâtres qu'on voit, de loin, affleurer au bas de la vallée (1), et se poursuivent, en dessus, jusqu'aux deux tiers de la hauteur du Garizim.

Nous avons vu, à Londres, dans la collection de M. Poole, un silex provenant du Garizim et dans lequel se trouvent engagées de grandes et petites Nummulites. Ici, comme aux environs de Saïda, il y a donc incontestablement des nodules de silex au milieu des couches nummulitiques.

On pourrait être tenté, d'après cela, de leur rattacher les couches supérieures de craie à silex dont nous avons parlé dans le chapitre V. Mais, comme il existe pareillement des silex dans les terrains crétacés qui supportent ces dernières, cet argument reste sans valeur.

D'ailleurs, on a vu quelles raisons nous empêchaient de séparer jusqu'à présent ces marnes blanches à silex de la craie sous-jacente, bien qu'il soit impossible de nier que la partie la plus supérieure de ces couches ne puisse appartenir au terrain tertiaire.

Pour la Judée, d'après M. Fraas, le docteur Roth aurait rapporté des environs de Jérusalem des silex renfermant *Nautilus Zic-Zac* (2), *Pyramidella canaliculata*, *Nummulites variolaria* et *Nummulites Biarritzensis*.

Nous n'avons aucun renseignement sur le gisement de ces fossiles.

Ces exemples suffisent pour prouver la présence du terrain tertiaire inférieur dans la Palestine.

Des observations plus complètes et plus multipliées pourront seules en agrandir le domaine, car, ainsi qu'on le pense bien, quand on parcourt à cheval des contrées aussi vastes, ce n'est qu'au hasard seul que l'on doit d'y pouvoir découvrir des fossiles aussi petits que le sont les Nummulites, et, assurément, nous avons dû souvent passer sur des calcaires tertiaires

(1) Dans la photographie reproduite dans la Pl. XXII de l'atlas qui accompagne la relation de voyage, on voit une bande blanchâtre assez large qui s'étend à mi-hauteur le long des montagnes qui bordent, à droite, la vallée. Ce sont les marnes blanches crayeuses dont nous parlons ici.

(2) L'*Aturia* qu'on trouve dans les terrains nummulitiques de l'Égypte.

sans nous douter de leur âge véritable, puisque, par leur caractère lithologique, ils ne diffèrent pas sensiblement, en Palestine, des calcaires crétacés sous-jacents.

En Idumée, ces calcaires tertiaires doivent également occuper des surfaces assez étendues et nous ne serions nullement surpris qu'on les retrouvât, un jour, dans les calcaires tabulaires superposés à la craie à silex fossilifères de l'Arabah, près du waddy Meliheh.

Au sud du faîte de l'Arabah et au débouché du waddy Gharundel, dans le waddy Akabah, nous avons trouvé des calcaires, les uns blancs presque cristallins et très-compactes, les autres fauves, terreux, s'égrenant avec facilité, qui renferment les uns et les autres de grandes et petites Nummulites que M. d'Archiac a déterminées comme étant les *Nummulites Lyelli*, var. *a*, et *Nummulites Lucasana*, var. *b*.

La *Nummulites Lyelli* d'Archiac, que Bellardi mentionne en Égypte, est une grande espèce qui pullule au waddy Gharundel dans le calcaire fauve où nous avons recueilli l'exemplaire figuré Pl. XII, *fig.* 33 *a*, 33 *b*.

La *fig.* 33 de la même planche donne la section d'un individu de grande taille de la même espèce, qui est empâté dans le calcaire blanc compacte du waddy Gharundel.

La *Nummulites Lucasana* Defrance que Bellardi indique aussi aux environs du Caire, en Égypte, est très-abondante dans le calcaire fauve du waddy Gharundel; l'individu que nous avons fait représenter Pl. XII, *fig.* 32 *a*, *b*, *c*, *d*, vient de ce gisement.

Nous avons ailleurs décrit les représentants nombreux du terrain nummulitique que l'on rencontre en Égypte et dans le Sinaï. Le cadre de ce travail, restreint aux contrées que nous avons parcourues dans le voyage en Palestine, ne nous permet point d'entrer ici dans des détails qui montreraient le contraste si frappant que présente la pauvreté en fossiles des couches que nous venons de décrire, avec la richesse paléontologique du terrain éocène dans la Basse et la Haute-Égypte.

Le terrain tertiaire moyen ou miocène, si fossilifère aux environs du Caire et de Suez, n'a, jusqu'à présent, révélé sa présence en Syrie, Palestine et Idumée, par aucun fossile.

On peut en dire autant du terrain pliocène.

Néanmoins, malgré le défaut d'évidences directes fournies par les fossiles, c'est encore au terrain tertiaire que nous rapporterions, sans toutefois pouvoir préciser leur âge, certains des plus anciens dépôts clastiques et erratiques de la Palestine et de l'Idumée.

Ces dépôts consistent en conglomérats calcaires et siliceux plus ou moins bréchiformes que l'on observe fréquemment sur les sommets et les croupes des collines de la Judée et de la Galilée. Les éléments en sont souvent siliceux et le ciment paraît emprunté aux marnes crayeuses du voisinage.

La formation erratique la plus importante et en même temps la plus difficile à expliquer est celle de conglomérats fort curieux, très-puissants et d'une allure assez énigmatique que nous avons observée sur les contre-forts du Jebel Haroun (mont Hor) dans l'Idumée.

Nous avons donné à ces poudingues le nom de *Poudingues du Djebel Haroun* ou du mont Hor. C'est sous ce nom qu'ils sont indiqués, avec une teinte bleue spéciale, sur la carte géologique et le profil du bassin de la mer Morte, Pl. I. C'est également ainsi qu'ils figurent dans la carte plus détaillée de l'Arabah et les vues des environs du mont Hor, Pl. IV (1).

Ils sont formés de galets roulés, de calcaires crétacés et de silex réunis par un ciment calcaire peu cohérent. Ces éléments sont souvent impressionnés, ce qui donne à ce dépôt l'aspect de notre poudingue éocène pyrénéen si connu sous le nom de *Poudingue de Palassou.*

Presque tous les éléments de ce conglomérat proviennent du terrain crétacé sous-jacent sur lequel ils reposent en stratification discordante, comme le montrent les coupes et panoramas de la Pl. IV.

Je n'ai point trouvé dans ce dépôt de fossiles qui lui fussent propres, mais j'ai pu y recueillir un fossile silicifié et légèrement roulé, provenant de la craie. Il paraît se rapporter à l'*Ostrea Villei* si commun en Algérie et que nous croyons avoir retrouvé dans les horizons supérieurs de la craie, notamment à Kérak dans la Moabitide (2).

Ces poudingues forment une bande étroite, allongée du sud au nord (*voyez*, Pl. IV, les vues et la carte géologique de l'Arabah). Ils sont adossés aux contre-forts du Jebel Haroun (mont Hor) et découpés de la façon la plus bizarre.

Ils reposent à divers niveaux sur les couches un peu redressées de la craie à *Hemiaster Fourneli*, *Cyphosoma Delamarreï* et *Nucleolites Luynesi*, qui elles-mêmes sont superposées aux grès de Nubie.

Leur stratification est assez bien marquée, et on les voit, de loin, s'incliner légèrement vers le nord. (Pl. IV. *Vue de l'Arabah, prise du J. Haroun.*)

Ils sont accrochés indistinctement aux pentes des grès de Nubie, des calcaires crétacés, des marnes blanches à silex et forment ainsi des dépôts étagés dont on a peine à concevoir le mode de formation.

Vus du wad. el Abyad [*vue du massif du Djebel Haroun* (mont Hor) *prise du waddy Abyad* Pl. IV], ces poudingues présentent des profils plus irréguliers et hardis que ceux des masses

(1) Leur disposition générale se voit très-bien dans le plan géologique de l'Arabah et sur les panoramas qui l'accompagnent. La vue du Jebel Haroun et les quatre vues superposées à la légende des signes indiquent suffisamment la bizarrerie de leur allure ainsi que leurs relations de superposition avec les terrains sous-jacents (porphyres, grès de Nubie et calcaires crétacés).

(2) Voir le chapitre précédent, p. 148.

porphyriques elles-mêmes et dont la figure que nous venons de citer donne une idée grossière.

La rapidité de nos marches dans cette région difficile à aborder, et où l'état de guerre des tribus environnantes ne nous a pas permis de demeurer une semaine, nous a empêché d'étudier avec soin cette formation, qui pourrait bien se rattacher à l'époque de l'émersion de la région. Nous avons seulement reconnu l'intérêt qu'il y aurait à faire sur ce point des observations plus complètes.

Nous avons montré dans un précédent travail, qu'à l'époque miocène il s'était opéré en Orient, particulièrement en Égypte et en Arabie Pétrée, des mouvements notables dans les couches précédemment formées.

Entre le dépôt des terrains crétacés et celui du terrain nummulitique, il ne paraît pas s'être produit de mouvement important, car ces deux terrains n'offrent entre eux aucune discordance de stratification et les phénomènes de la sédimentation n'ont guère varié, sous le rapport lithologique, d'une époque à l'autre.

Un soulèvement en masse de la région a porté ensuite les terrains crétacés et éocènes à des altitudes rapprochées de celles qu'ils occupent aujourd'hui. Puis, des phénomènes de fractures profondes, de plissement les ont séparés et ont modelé l'ébauche du relief actuel de ces régions.

En Égypte, ces mouvements se sont bornés à un soulèvement général, et les dépôts crétacés et éocènes ont à peu près conservé leur horizontalité primitive.

Il paraît en avoir été de même dans le plateau du Tyh, au Sinaï.

En Palestine et en Idumée, les ondulations et les fractures ont accentué et compliqué davantage le relief du sol et donné lieu à la formation de véritables chaînes de montagnes.

La chaîne de Judée forme, ainsi que nous l'avons montré au début de ce travail, l'épine dorsale de la Palestine, et les couches, sur ses deux versants, ont un plongement général en sens inverse, bien que souvent très-faible et masqué par des ondulations.

Les coupes que nous donnons de ces accidents de structures nous dispenseront de répondre aux reproches mal fondés des géologues auxquels des courses, trop restreintes dans ces contrées, n'ont pas permis de vérifier la réalité de ces ondulations que nous n'avons point été, d'ailleurs, les premiers à constater, puisque Russegger et Anderson les signalent en des points très-nombreux.

Il faut se garder de confondre avec des failles les ressauts brusques que nous avons figurés, par exemple, dans la coupe de Makhul à la montagne de Sel (1) et qui existent, bien que moins prononcés, en d'autres points de la chaîne.

(1) Voyez Pl. VI, *fig.* 7.

Nous ne voulons point, en disant cela, nier l'existence de failles secondaires, car nous en avons vérifié l'existence en plusieurs endroits, mais nous ne pensons pas qu'elles puissent expliquer d'une façon satisfaisante la formation de la ride montagneuse de Juda, qui nous paraît due à une ondulation générale dans les couches crétacées.

Il est une faille principale très-importante, soupçonnée par Léopold de Buch, Hitchcok, etc., et dont nous avons pu constater l'existence le long du Ghôr.

La dénivellation et le rejet qui s'observent entre les couches qui la bordent ne permettent pas de douter de l'existence de cette faille gigantesque ou plutôt de cette série de failles qui se succèdent depuis le Liban jusqu'à la mer Rouge, suivant une ligne de fêlure de l'écorce terrestre, fêlure qui se trouvait être déjà jalonnée à des époques beaucoup plus anciennes par les éruptions de porphyres (*voir* la carte du bassin de la mer Morte, Pl. I). Cette faille, qu'indique avec exagération la *coupe hypothétique de Jaffa à Schihan* de la Pl. III (1), est le trait le plus remarquable de la géologie de ce pays, et c'est à elle que la vallée du Jourdain, la mer Morte et l'Arabah doivent leur origine. Elle dut se manifester pendant ou après l'exondation de la contrée, car nulle part, en Palestine et en Idumée, on n'a encore rencontré des traces de la mer miocène.

A l'est de la mer Morte et en Idumée, les couches crétacées ne sont que faiblement ondulées. Elles le sont encore très-peu dans la Samarie et dans la Galilée. Mais, dans le Liban et dans l'Anti-Liban, les couches prennent de fortes inclinaisons, se déchirent dans leurs plissements et laissent apparaître, comme à travers une boutonnière, les grès et les calcaires inférieurs. Elles sont en même temps portées à leur maximum d'élévation.

L'absence de tout dépôt de la mer miocène prouve que cette région était émergée, comme le reste de la Palestine et de l'Idumée, lorsque cette mer a laissé se déposer les dépôts faluniens que l'on observe dans la Basse-Égypte et aux environs de Suez.

Il résulte de tout ce qui précède, qu'au moment où la mer des faluns couvrait de ses eaux une grande partie du Sahara, des déserts de Libye et de la Nubie, de grands changements venaient de s'accomplir dans la distribution des terres de cette portion du globe.

Au lieu des îles et des archipels épars sur ces vastes espaces à la fin de la période primaire, il s'était formé un grand continent.

La mer pénétrait encore assez avant dans ces terres grâce aux fractures profondes qui avaient disjoint les voussoirs terrestres, au milieu des mouvements auxquels ils avaient été

(1) Cette coupe *théorique* n'est destinée qu'à traduire certaines hypothèses que nous discuterons dans la suite, en traitant particulièrement la mer Morte. Il ne faut point la confondre avec les autres qui expriment la *réalité* des faits. Celle-ci n'est qu'un *tracé théorique* destiné à mettre en évidence une simple *hypothèse*.

soumis, mais la terre avait considérablement empiété sur elle. La Syrie, la Palestine, une partie de l'Arabie Pétrée, de l'Égypte et de la Libye étaient désormais à tout jamais émergées.

Les reliefs actuels se trouvaient déjà ébauchés dans ce qu'ils ont de plus essentiel. Les eaux atmosphériques allaient modeler ces terres, les découper, creuser les nombreux waddys qui les sillonnent, se rendre dans les mers voisines pour y déposer des sédiments aux dépens des éléments qu'elles leur enlevaient, et enfin se réunir dans les dépressions continentales pour y former des lacs dont une évaporation multiséculaire devait augmenter sans cesse la concentration.

C'est à ce dernier effet que la mer Morte dut son origine et cette petite mer intérieure devait exister déjà lorsque les Balanes et les Pholades miocènes s'attachaient aux rochers nummulitiques près desquels devait s'élever la future Memphis.

---

# CHAPITRE VIII.

## TERRAINS QUATERNAIRES.

On n'a jusqu'ici découvert, en Palestine, aucun des animaux fossiles qui servent, en Europe, à caractériser la période quaternaire.

A vrai dire il est bien probable que, dans cette contrée, où les conditions climatériques ont dû être toujours fort différentes de celles de nos pays, la crise quaternaire n'y a pas été aussi excessive, et nous ne devons peut-être point nous attendre à y rencontrer le Mammouth et le Renne.

Ce seraient, probablement, d'autres espèces perdues ou simplement émigrées qui nous serviraient à caractériser, ici, cette époque. Mais cette ressource même nous fait défaut, et le secours si précieux des fossiles nous manque, en Palestine, pour caractériser les terrains qui ont dû se déposer pendant cette période (1).

Il est cependant certain que cette région n'a pas échappé aux influences exceptionnelles qui ont modifié le climat dans notre hémisphère et amené, à l'époque quaternaire, le développement des glaciers dans nos massifs montagneux, comme aussi, dans nos vallées, les crues considérables de nos cours d'eau et, par suite, l'élévation plus grande du niveau des lacs qu'ils alimentaient. Les traces de ces phénomènes existent en Syrie, en Palestine et en Arabie Pétrée; seulement, comme ils ont commencé à se manifester dès la fin de la

(1) Parmi les débris d'animaux associés aux silex taillés que nous avons découverts dans la brèche ossifère de la station humaine du Nahr-el-Kelb (Liban), se trouve, à la vérité, une espèce qui ne vit plus dans la contrée, mais qu'on retrouve dans des régions assez voisines.

Outre le bouquetin du Sinaï (*Capra Nubiana*, *C. Arabica*, *C. Sinaïtica*, des auteurs; *Beden*, des Arabes), le daim (*Cervus Dama*), et une petite antilope, qui paraissent avoir encore quelques représentants dans le Liban, nous avons découvert dans ce gisement une dent de ruminant qui paraît se rapporter à la chèvre sauvage de l'île de Crète, animal dont on ne retrouve plus de trace en Syrie. Mais ce fait isolé, basé sur l'étude d'une seule dent, ne peut servir que d'encouragement pour de nouvelles recherches et l'on ne peut en tirer de conséquences générales.

période tertiaire, à l'époque pliocène (1), les limites des terrains quaternaires sont difficiles à marquer. Aussi, sans prétendre, à cet égard, à une rigueur que l'absence de fossiles ne doit pas nous permettre d'espérer, nous comprendrons dans un même ensemble et sous le titre de terrains quaternaires, les dépôts effectués sous l'influence des phénomènes atmosphériques qui ont si profondément modifié le climat de notre hémisphère et imprimé à l'époque quaternaire ses traits les plus saillants (2).

Un autre ordre de terrains qui doivent appartenir, probablement, à la même époque, se rencontre sur les bords de la Méditerranée et de la mer Rouge. Ce sont les dépôts de plages, soulevés antérieurement à toute tradition, et dans lesquels se retrouvent les mêmes coquilles qui vivent dans les mers voisines. Ces dépôts se rencontrent, communément, sur les bords de la Méditerranée comme sur ceux de la mer Rouge, où ils fournissent des plaines étendues, telles que celles de la Téhama de la côte arabique.

Les côtes de la Syrie et de la Phénicie en offrent de fréquents exemples.

Sur les collines de sable rougeâtre qui dominent Jaffa et servent de sol aux jardins, ainsi qu'aux délicieux bois d'orangers, où les habitants de cette ville viennent chercher une compensation à la stérilité de la côte, nous avons pu recueillir de nombreuses coquilles identiques à celles que l'on rencontre sur le rivage actuel de la Méditerranée. Nous citerons notamment : *Pectunculus violacescens*, Lamk. ; *Purpura hemastoma*, Lamk. ; *Murex brandaris*, Linn. ; *Columbella rustica*, Lamk., etc.

Cette formation sablonneuse, correspondant à une véritable plage soulevée, se poursuit fort loin dans l'intérieur, jusqu'aux environs de Ramleh.

Beyrouth est bâti sur un calcaire grossier pétri de coquilles (*Capulus*, *Cerithium*, *Trochus*, etc.) et de polypiers, qui prend en certains endroits la structure pisolithique, comme ceux d'Alexandrie, de la côte du Sinaï et du Hâdramant, dont nous avons déjà eu l'occasion de parler dans un travail antérieur.

Les mêmes dépôts s'observent le long de la mer, au nord et au sud de Beyrouth (El Batroun, etc.) (3).

(1) On sait comment l'étude des formations pliocènes des bords de la Méditerranée l'a démontré.

(2) Nous faisons d'ailleurs toutes réserves quant à l'importance, trop grande à notre avis, que l'on paraît attacher à cette phase de la vie du globe en la qualifiant de « *Période quaternaire* », titre beaucoup trop important pour elle, car elle est hors de proportion avec les *périodes primaire, secondaire, tertiaire*. Il vaut mieux ne considérer cette phase que comme une époque préparant l'ordre de choses actuel et principalement caractérisée par les phénomènes climatériques dont nous avons parlé.

(3) Il y a aussi sur ces plages des dépôts qui doivent dater de l'époque historique, car la côte paraît avoir éprouvé de nos temps des oscillations lentes.

La plage exhaussée de l'ancienne Sidon est couverte d'accumulations de *Murex trunculus*, percés tous à la base

Tels sont les dépôts marins des côtes qui paraissent être plus récents que les terrains tertiaires, plus anciens que la période historique, et que nous croyons devoir rapporter, pour cette raison, à l'époque quaternaire, pendant laquelle se sont produits tant de phénomènes analogues sur les autres rivages de la Méditerranée.

Les dépôts continentaux attribuables à cette même époque sont de beaucoup les plus intéressants. Ce sont eux qui reflètent les grands phénomènes météorologiques qui marquèrent, dans notre hémisphère, l'avénement de cette période.

Nous avons vu, en traitant de la géographie physique de la Syrie, de la Palestine et de l'Arabie Pétrée, quel était le nombre de ces vallées, aujourd'hui desséchées, et qui n'ont conservé d'autre trace des cours d'eau qui les creusaient que les alluvions parfois considérables qu'elles contiennent.

Leur caractère contraste tellement avec la sécheresse du pays que les Arabes ont donné, à certaines d'entre elles, le nom caractéristique de *bahr bela mâ* (fleuve ou rivière sans eau).

L'existence de ces nombreux canaux d'irrigation, dans des contrées où l'alimentation atmosphérique est aujourd'hui si faible, conduit naturellement à penser qu'un grand changement est survenu dans les lois qui réglaient leur régime hydrographique, et cette idée ne tarde pas à être promptement confirmée par l'étude géologique du sol.

Nous avons montré, dans un travail précédent (1) et plus général, comment le Nil lui-même, bien qu'il prenne sa source et s'alimente principalement dans des régions mieux arrosées, n'a plus un régime en harmonie avec la large vallée qu'il a autrefois creusée. Nous avons indiqué les raisons qui font admettre qu'il a eu, comme les autres grands fleuves de notre hémisphère, sa phase quaternaire, avec un cours plus rapide, un niveau plus élevé et un plus large lit.

D'autres parties de l'Afrique, la presqu'île du Sinaï, l'Arabie, offrent des phénomènes analogues (2). Mais c'est en Syrie et en Palestine, comme nous allons le voir, qu'abondent ces témoignages d'un climat ancien fort différent de celui que ces contrées possèdent, de nos jours.

de l'avant-dernier tour de spire d'un large trou pratiqué de main d'homme, comme s'ils avaient été utilisés anciennement pour la fabrication de la pourpre. Nous y avons rencontré aussi des coquilles intactes de *Purpura Hemastoma*, *Nassa gibbosula*, etc..., Lamk. Le peu de profondeur des bassins de construction du port de la moderne Saïda, dont l'accès n'est plus guère possible, semble prouver que l'exhaussement de la plage se continue lentement. On retrouve des formations pareilles près de Tyr.

(1) *Géologie de la Palestine, de l'Arabie et de l'Égypte*, p. 232.

(2) *Loc. cit* , p. 236.

Les dépôts clastiques et erratiques les plus anciens de la Palestine et de l'Idumée remontent, probablement, à la période tertiaire, ainsi que nous l'avons vu dans le précédent chapitre, p. 165.

Nous avons déjà parlé de ces conglomérats calcaires bréchiformes de la Judée, de la Galilée et du Liban auxquels on ne peut assigner d'âge précis, mais qui doivent correspondre à la fin de la période tertiaire ou à l'époque quaternaire.

Des formations analogues, mais beaucoup plus consistantes, se voient sur les falaises de la mer Morte. La coupe d'Aïn Jidy (Pl. V, fig. 3 et p. 78) montre la disposition de ces brèches auxquelles les sources calcarifères des bords du lac ont souvent donné une grande dureté.

Ces brèches, assez fréquentes sur le rivage occidental de cette nappe d'eau, sont beaucoup plus rares sur la côte orientale, à cause de sa nature arénacée. Tous ces dépôts paraissent avoir été formés à l'air libre, sans l'intervention de cours d'eau et aux dépens des roches crétacées longuement attaquées par les agents atmosphériques.

Ces brèches sont-elles tertiaires ou quaternaires? C'est ce qu'il nous est impossible d'expliquer en l'absence d'évidences directes.

Dans l'Arabah, au nord du seuil d'el Saté, se trouvent des poudingues formés aux dépens des rochers du massif du Jebel Haroun (mont Hor) et principalement des porphyres.

Cette formation, moins ancienne que les poudingues du mont Hor dont nous avons parlé dans le précédent chapitre, couronne de petites buttes (Dobt el Bogla, etc.,) dont la base est occupée par des limons bruns et des sables rougeâtres. Les éléments de ces poudingues diminuent de grosseur vers le nord, ce qui prouve que les courants qni les ont charriés venaient du sud.

Dans la *Carte géologique du bassin de la mer Morte* (Pl. I) et dans le *Plan géologique du W. Arabah* (Pl. IV) où cette formation de marnes et poudingues est indiquée par une teinte vert-pâle pointillée, on peut se rendre compte aisément de la disposition de ces alluvions anciennes, sur les bords du waddy el Jeib.

Les éléments désagrégés de ces poudingues couvrent le sol sur certains points, et nous avons déjà cité, dans un de nos premiers chapitres, les belles variétés de porphyre qui en proviennent.

Ces dépôts paraissent être des alluvions anciennes et témoignent d'un régime hydrographique bien différent de celui qui règle actuellement dans ces contrées, le rapport entre la précipitation atmosphérique et l'évaporation.

Mais c'est surtout dans les environs de la mer Morte et dans la vallée du Jour-

dain qu'est saisissant le contraste entre les traces de l'ancienne irrigation et la sécheresse actuelle.

C'est aussi là que les dépôts attribuables à l'époque quaternaire sont le mieux représentés.

Nous avons montré dans un travail précédent que le Nil, qui n'a plus aujourd'hui un régime en harmonie avec la large vallée qu'il a creusée jadis, avait dû avoir anciennement une vitesse plus grande ainsi qu'un plus large lit.

Nous avons énuméré, à ce sujet, les divers ordres de preuves qui militent en faveur de cette idée, et notamment l'existence de terrasses et dépôts fluviatiles observés à d'assez hauts niveaux sur les bords de ce fleuve.

Tous ces faits nous ont porté à conclure que l'Afrique avait dû éprouver, bien qu'avec une intensité moindre, les effets de la crise climatérique que l'Europe a subie à l'époque quaternaire.

Nous avons vu que l'étude des dépôts profonds de la vallée conduit aux mêmes résultats. Elle prouve qu'il a dû s'écouler un temps très-considérable entre l'époque où le Nil, plus rapide et plus volumineux que de nos jours, couvrait de ses eaux et de ses dépôts sablonneux la large vallée qu'il s'était creusée, et celle où devenu plus calme et réduit à un lit beaucoup moins vaste, qu'il exhaussait au lieu de creuser, il a vu se développer sur ses bords les premières civilisations égyptiennes.

Ces hauts niveaux du Nil et cet ancien lit souterrain, bien antérieurs aux plus anciennes traditions que nous ait laissées l'Égypte, doivent donc être les traces du grand phénomène atmosphérique dont tout l'hémisphère boréal a ressenti les effets pendant l'époque quaternaire, et le diluvium du Nil semble avoir été contemporain des diluviums de nos vallées européennes.

A ces dépôts correspondent aussi, sans doute, ceux tout pareils qu'on observe en divers points de l'Afrique et de la presqu'île du Sinaï, au débouché de ces vallées aujourd'hui desséchées, auxquelles les Arabes donnent le nom de waddy et quelquefois celui si expressif de *Bahr bela mâ* (rivière sans eau).

Puisque nous avons pu retrouver ainsi en Afrique et en Arabie, des effets de la crise quaternaire, on comprend que la Syrie, pays plus septentrional et plus montueux, a dû en conserver des traces bien plus accentuées.

Ce sont, en effet, des vestiges de cette nature qui abondent dans la vallée du Jourdain et dans le bassin de la mer Morte.

Nous avons déjà indiqué sommairement, dans l'un des premiers chapitres, comment on

était arrivé à constater l'existence de l'énorme dépression du lac Asphaltite, la plus forte de toutes les dépressions continentales et qui a été évaluée, à la suite d'observations barométriques horaires faites à Jérusalem et à Aïn Feschkah, par M. Vignes et par nous, à 392 mètres.

Nous reviendrons plus longuement dans la partie de ce travail qui a trait plus spécialement à la mer Morte et aux problèmes dont elle est l'objet, sur l'existence de cette dépression, les hypothèses qui ont été émises à ce sujet, et nous établirons l'indépendance de son bassin avec les mers voisines.

Il est d'ailleurs facile, si l'on a suivi attentivement la description que nous avons donnée des terrains crétacés et éocènes de la Palestine, de voir qu'ils forment autour de la mer Morte, une ceinture complète qui l'isole des autres bassins (1).

L'absence, dans l'Arabah, de toute formation marine, postérieure à ces terrains, vient prouver que depuis leur soulèvement, leur émersion et la formation de la dépression au fond de laquelle se trouvent le Jourdain ainsi que la mer Morte, il n'y a pas eu communication entre ce bassin et la mer Rouge. Cette preuve négative complète la série de démonstrations qui viennent établir l'indépendance de ce bassin avec les mers voisines.

La mer Morte ne paraît donc pas avoir jamais communiqué avec l'Océan, bien que ses eaux aient, ainsi que nous allons le voir, occupé un niveau beaucoup plus élevé que celui que nous lui connaissons aujourd'hui, niveau qui en fait le type le plus extrême des lacs de dépression. Son bassin s'est formé en dehors de toute communication océanique. Ce fut peut-être dans l'origine un lac d'eau douce; mais, en vertu des propriétés salifères des terrains environnants aussi bien que des sources avoisinantes et des effets de l'évaporation qui enlevait sans cesse cette eau en conservant au bassin les sels dont elle était chargée, il a dû devenir promptement salé.

Ce lac, dont l'origine remonte probablement à la fin de la période tertiaire, a été depuis le réceptacle unique des eaux du bassin, et son extension s'est ainsi trouvée réglée par les conditions d'équilibre existant entre l'alimentation atmosphérique et l'évaporation. Il a dû refléter constamment, par son niveau, l'état des conditions atmosphériques auxquelles son volume se trouvait subordonné, et le suivre dans ses variations.

C'est en cela que l'étude des bords de la mer Morte est intéressante pour le géologue, non-seulement au point de vue spécial de l'histoire particulière de ce lac, mais aussi par

(1) Voir à cet égard la carte du bassin de la mer Morte, Pl. I.

les traces qu'il peut, mieux que tout autre bassin nous offrir, des changements climatériques dont nous avons rappelé les effets dans des régions voisines.

Ce sont des traces de ce genre que l'on peut observer autour de la mer Morte, fort au loin, au nord et au sud des limites actuelles de ce lac (1).

Elles consistent en dépôts marneux et arénacés qui paraissent constituer à eux seuls presque toute la petite presqu'île de la Liçan. C'est pourquoi, afin de fixer les idées, nous les désignerons sous le nom de *dépôts de la Liçan*, bien qu'ils n'atteignent pas, en cet endroit, leur maximum de développement.

Ces sédiments se présentent, en général, sous la forme d'innombrables feuillets de marnes d'un gris clair, alternant avec des couches extrêmement minces, de couleur et quelquefois de nature toute différente, et souvent exclusivement composées de substances salines, telles, par exemple, que du gypse lenticulaire ou des argiles salifères.

Toute la masse se compose, d'ordinaire, de lits dont l'épaisseur n'excède pas 1 à 2 décimètres et qui donnent aux sections, par la diversité de leurs nuances, un aspect rubanné, qui fait tout d'abord reconnaître ces dépôts.

Quelquefois, comme sur le bord occidental de la Liçan, les lits de gypse, assez épais, sont composés de grands cristaux hémitropes offrant dans leur clivage la forme dite en *fer de lance*, si commune dans les marnes lacustres gypsifères de l'éocène parisien.

Les dépôts de la Liçan rappellent, du reste, à s'y méprendre les marnes feuilletées que cet étage parisien renferme à la partie supérieure.

Ces terrains étant peu cohérents, les eaux les ont découpés dans tous les sens, de façon à leur donner parfois des formes étranges et pittoresques dont les voyageurs ont été frappés, et qui les font comparer tantôt à des cités détruites, souvent aussi à des forteresses démantelées, d'autres fois à des campements.

La *coupe des anciens dépôts de la mer Morte* (Pl. III), prise sur la plage qui s'étend, en face de la Liçan, sur le bord occidental de la mer Morte où ces dépôts sont très-découpés, donnera une idée de leurs formes en même temps que de la disposition des lits qui les composent.

Si l'on joint à la puissance, en quelques points fort considérables de ces dépôts, le

(1) Il n'est pas question ici des lignes de bois flotté observées depuis si longtemps autour de la mer Morte et à des altitudes très-faibles au-dessus du niveau moyen de ce lac, non plus que des traces laissées sur les rochers par des crues provenant de saisons exceptionnellement pluvieuses. Ces indices très-récents se rapportent probablement à des oscillations dans le niveau actuel du lac qui doit varier constamment entre des limites très-restreintes si on les compare aux changements atmosphériques dont il a dû subir anciennement les effets.

nombre infini de lits de natures diverses dont ils sont composés, on arrive bien vite à l'idée qu'il a dû s'écouler un temps très-long avant que leur dépôt ait été effectué complétement.

Au voisinage de l'axe synclinal du bassin, ces couches présentent dans leur aspect et dans leur composition, une remarquable uniformité; mais, à mesure que l'on se rapproche des bords de ce bassin, elles offrent, intercalés en plus grand nombre, des lits de cailloux et de graviers empruntés pour la plupart aux terrains crétacés et surtout aux bancs nombreux de silex qui les couronnent. Ils paraissent même se lier insensiblement aux alluvions anciennes des waddis (1), devenant de plus en plus arénacés et caillouteux et de moins en moins salés et gypsifères à mesure qu'on les accompagne jusqu'au débouché de ces vallées.

Les dépôts de la Liçan s'observent sur tout le littoral occidental de la mer Morte (2), adossés aux falaises, par exemple à Aïn Feschkah, au waddy Mrabba, à Aïn Jidy et surtout sur la plage qui s'étend du waddy Seyal au sud de Sebbeh (Masada).

On les retrouve encore dans les environs du waddy Zouweirah et du Jebel Usdom.

Au sud du lac, ils constituent en grande partie cette ligne arquée d'anciennes falaises qui limite la plaine marécageuse dite de la Sabkah.

Ils s'étendent de là assez loin au sud, dans le waddy Arabah (voir Pl. I, *Carte géologique du bassin de la mer Morte*).

Les entailles considérables au fond desquelles coulent le waddy el Jeib et quelques autres affluents méridionaux de la mer Morte, montrent des coupes fort intéressantes de ces dépôts, offrant à leur base des lits de graviers, parmi lesquels on reconnaît souvent des débris de porphyres feldspathiques, surmontés de marnes et d'alluvions gypsifères.

A l'est du lac Asphaltite, on trouve moins de représentants de ces terrains, ce qui tient probablement à la disposition des escarpements abruptes qui constituent les falaises orientales. Ils n'y sont représentés que par quelques rares lambeaux, accrochés aux accidents de terrain.

(1) Ces alluvions anciennes sont adossées aux parois des waddis et constituent d'immenses accumulations de graviers, de sables et de limon, rappelant par leur aspect les dépôts quaternaires de nos vallées. (Voir, Pl. III, les *Vues des dépôts arénacés du waddy Zuweirah.*)

(2) Voir, Pl. III, la *Vue de la mer Morte, de la vallée du Jourdain et de la chaîne de Juda;* Pl. II, la *Carte géologique des bords de la mer Morte*, dans laquelle ces dépôts sont indiqués par la teinte vert pâle; voir aussi les vues photographiques se rapportant aux falaises occidentales du lac.

C'est surtout dans la presqu'île de la Liçan qu'ils prennent un développement important, car ils la constituent à peu près entièrement. (Voir Pl. II.)

Au nord de la mer Morte, ces terrains acquièrent une grande extension. Ils s'étalent dans la vallée, de chaque côté du Jourdain. Ce fleuve, ainsi que le waddy Jeib et les divers affluents du bassin, a creusé son lit et déposé ses alluvions au milieu de ces dépôts. (Voyez. Pl. III, la *Vue de la mer Morte, de la vallée du Jourdain et de la chaîne de Juda*, prise du sommet du mont Nebo.)

On peut suivre ces terrains, conservant partout dans leurs caractères extérieurs une constance remarquable, fort loin, vers le nord.

Nous les avons observés près du Jourdain, en face du débouché, dans le Ghôr, de la vallée du Zerka. Là, ces dépôts atteignent une élévation d'environ 100 mètres au moins au-dessus du niveau de la mer Morte. (Voir Pl. VI, *fig.* 10, la *Coupe de la vallée du Jourdain, de Turmus Aya à Suf.*)

Ils se montrent, en cet endroit, avec une épaisseur qui donne à penser qu'ils doivent se prolonger plus au nord.

N'ayant point parcouru la portion de la vallée comprise entre ce point et le lac Tibériade, il nous a été impossible de vérifier si ces dépôts atteignaient le voisinage de cette nappe d'eau. Sur le rivage méridional de ce dernier lac, on retrouve bien, il est vrai, des marnes grises en lits très-minces et d'aspect tout à fait analogue à celles qui constituent les dépôts que nous venons de décrire. Mais ces marnes qui se présentent là, entaillées sur une épaisseur de 5 à 6 mètres, ne paraissent renfermer ni le gypse, ni les matières salines si abondamment répandues dans les anciens dépôts de la mer Morte (1).

Comme elles ont là une élévation de plus de 200 mètres au-dessus du niveau de la mer Morte, il faudrait que la continuité de ces marnes avec les sédiments précités fût parfaitement établie pour pouvoir admettre que les eaux au fond desquelles se sont effectuées les *dépôts de la Liçan*, se sont jamais étendues jusqu'au lac Tibériade.

Malgré de nombreuses et minutieuses recherches, nous n'avons pu découvrir dans les *dépôts de la Liçan*, aucun fossile bien caractérisé. A l'exception de quelques empreintes végétales trouvées à l'entrée du waddy Seyal, dans une couche de marne de $0^{m},1$ d'épais-

(1) Ce dernier fait pourrait s'expliquer, même en supposant que ces couches soient la continuation des dépôts de la Liçan. Il suffirait d'admettre qu'elles ont été déposées près de l'embouchure d'un cours d'eau septentrional se déchargeant à l'extrémité nord de l'ancien lac.

Quoi qu'il en soit, ces marnes du lac Tibériade sont des dépôts relativement anciens puisque nous n'y avons point trouvé les débris basaltiques dont le sol et le fond du lac sont aujourd'hui couverts.

seur, intercalée entre deux bancs de gypse (à la base de la *coupe des anciens dépôts de la mer Morte*, figurés Pl. III), nous n'avons recueilli aucun indice de vie au milieu de ces singuliers terrains (1).

Cet ensemble de couches régulièrement stratifiées est remarquable par la minceur des assises qui le composent ainsi que par le nombre de lits salés et gypsifères qu'il renferme. Ce mode de sédimentation offre beaucoup d'analogie avec ce qui se passe aujourd'hui au fond de la mer Morte, si l'on juge par le sol de la Sabkah et par les spécimens que la sonde rapporte du fond du lac. Ces derniers se composent, en général, de marnes et d'argile contenant des cristaux de sel et des cristaux de gypse en petites lentilles analogues à celles qui sont disséminées au milieu des *dépôts de la Liçan*.

Pour expliquer la formation des dépôts de la Liçan, on est ainsi conduit à admettre qu'à une époque ancienne le niveau du lac était beaucoup plus élevé qu'il ne l'est aujourd'hui, que ses eaux devaient être alors très-salées et d'une nature probablement déjà incompatible avec le développement de toute vie animale, ainsi que semblerait le demontrer l'absence de débris d'êtres organises au milieu de ces dépôts (2). De telles eaux ont pu déposer ces sédiments gypseux et salifères, si semblables aux dépôts contemporains de la mer Morte.

L'absence de débris de roches basaltiques et de lits bitumineux, au milieu de ces sédiments, tend à prouver que ces couches se sont formées avant les éruptions volcaniques dont les déjections sont répandues si abondamment dans beaucoup de points de la vallée du Jourdain. Pour la même raison, on est fondé à croire que leur dépôt s'est effectué également avant la sortie des produits bitumineux que l'histoire ancienne nous dit avoir été si considérable dans le sein même du lac Asphaltite.

Il s'est ainsi écoulé, depuis le dépôt de ces terrains, un laps de temps très-considérable. Dans cet intervalle, le niveau des eaux s'est abaissé, les rivières ont creusé leur lit dans la vallée, au milieu de ces dépôts nouvellement exondés. En même temps, les phénomènes volcaniques, dont l'action s'est exercée sur une si vaste échelle à l'est du bassin, ont eu le temps de prendre naissance, d'acquérir le développement important qu'attestent le massif

(1) Il n'est pas rare de rencontrer à la surface de ces dépôts, et mêlés avec la couche la plus superficielle, des Mélanopsides ainsi que des Mélanies, quelquefois décolorés et paraissant fossiles au premier aspect. Mais on ne rencontre jamais ces coquilles engagées dans les assises non remaniées, et un examen attentif permet, dans la majorité des cas, de retrouver les ruisseaux et bassins desséchés ou les sources taries dans lesquels ces mollusques ont vécu autrefois.

(2) Il se pourrait cependant aussi que la nature salifère du terrain n'eût pas permis la conservation de ces corps organisés.

du Hauran, ainsi que les plateaux du Jaulan, et de s'éteindre probablement avant la venue, dans ces contrées, de l'un des peuples auxquels nous devons nos traditions les plus anciennes.

L'abaissement du niveau des eaux de la mer Morte est le changement le plus remarquable qui se soit effectué dans la contrée depuis l'époque du dépôt des marnes de la Liçan. Ce changement semble accuser une modification profonde dans l'état climatologique de ces régions asiatiques.

Cet abaissement indique, en effet, clairement qu'il arrivait auparavant plus d'eau à la mer Morte que de nos jours, ou bien qu'elle en perdait moins par l'évaporation.

C'est donc à l'étude des waddis, ces canaux chargés de pourvoir à l'alimentation du lac, que l'on doit demander de rendre compte de l'importance relative de ces deux influences, dans les changements survenus, depuis cette époque, dans son niveau. Ces cours d'eau, dont le plus grand nombre est aujourd'hui à sec pendant la majeure partie de l'année, et dont certains ne sont alimentés dès le printemps que par des sources, offrent, dans leur volume, une disproportion frappante avec les profondes entailles au fond desquelles ils coulent.

Pour se rendre compte de la formation de ces dernières, ainsi que des accumulations considérables d'alluvions anciennes, adossées à leurs parois, on est forcé de recourir à l'idée du passage continu et séculaire d'anciens courants beaucoup plus importants.

Si l'on réfléchissait à la quantité d'eau qu'ont pu déverser dans la mer Morte, ces anciens cours d'eau, lorsqu'ils étaient en harmonie avec les proportions de leurs waddis, on s'expliquerait, sans doute alors, que le lac ait pu atteindre un niveau plus élevé. On conçoit aussi que si, depuis cette époque, les influences atmosphériques favorables à cette surélévation de niveau ont diminué, ainsi que semble l'attester l'état actuel des cours d'eau, l'effet de ce changement aura dû naturellement se traduire par un abaissement dans le niveau de la mer Morte.

Cette diminution dans la précipitation atmosphérique, et par suite dans le régime des cours d'eau, en Syrie, paraît d'ailleurs s'accorder assez bien avec ce que l'on observe dans nos vallées européennes, et avec les données que nous possédons aujourd'hui sur l'état climatologique de notre hémisphère vers la fin de la période tertiaire, et au commencement de la période quaternaire.

A une époque où il est généralement admis que les principales montagnes de l'Europe étaient couvertes de glaciers, et où les mers qui baignent les côtes de Sicile auraient vu se développer, dans leur sein, des animaux d'un caractère arctique, la température devait

être, dans ces régions, moins élevée qu'elle ne l'est aujourd'hui. Y aurait-il donc lieu de s'étonner, qu'à cette même époque, le climat de la Syrie ait eu sa part de ce refroidissement général ?

D'après les observations d'un savant éminent, le docteur D. Hooker, le Liban conserverait des traces apparentes d'un ancien et important développement de glaciers, et leurs moraines seraient descendues jusqu'à 1200 mètres au-dessous des plus hauts sommets de cette chaîne de montagnes, sommets qui ne sont même plus aujourd'hui le siége des neiges perpétuelles (1).

Les cèdres, ces derniers représentants d'une flore ancienne correspondant à un climat plus froid, persistent encore dans leur développement multiséculaire, au milieu des moraines de ces anciens glaciers, près desquels leurs ancêtres ont sans doute vécu en plus grand nombre et à de moindres altitudes.

L'Hermon ou le jebel el Scheik dans l'Anti-Liban, reste encore couronné de neige et porte aussi le nom de jebel el Seltj (montagne de la neige).

M. Girard de Rialle, nous a assuré avoir observé sur les flancs de cette montagne des traces évidentes de glaciers, et notamment des galets striés. S'il en est ainsi, il n'est pas douteux que le Liban et l'Anti-Liban aient eu, en même temps que les montagnes de l'Europe, leur période glaciaire. Il faut bien reconnaître qu'à cette époque le climat de la Palestine devait favoriser un accroissement dans le régime des waddys, et ne permettre à l'évaporation qu'une action très-faible comparativement à celle qu'elle exerce aujourd'hui sur les eaux du bassin de la mer Morte.

Ces deux modifications inverses dans les influences qui règlent le niveau du lac, agissant toutes deux dans le même sens, ont pu suffire pour amener à la longue une élévation considérable de la surface. Ces modifications venant à disparaître, il devait en résulter un abaissement des eaux du lac.

(1) *Natural history Review*, n° 5, janvier 1862, p. 2. Les moraines découvertes dans le Liban par M. Hooker, et que M. Lyell (*Antiquity of man*, chap. XV, p. 323) n'hésite pas à classer parmi les dépôts erratiques de la première période glaciaire, ne correspondraient-elles pas aux poudingues calcaires depuis longtemps décrits par Botta? (*Mém. de la Soc. géol. de France*, p. 158.)

Russegger a également signalé, dans la vallée de l'Orontes, l'existence de ces mêmes bancs étagés de poudingues à ciment calcaire très-peu consistant, dont l'allure anormale l'avait frappé, et qu'il considérait comme diluviens.

La ville de Damas est bâtie sur une roche toute semblable. On en rencontre encore des analogues aux pieds de l'Anti-Liban et sur le bord oriental du lac Tibériade. Partout ces poudingues se font remarquer par l'absence de galets basaltiques parmi leurs éléments, même dans les contrées où le basalte est le plus répandu à la surface. Ce fait établit leur ancienneté. Nous n'avons jamais observé de galets striés ou d'autres traces de l'action glaciaire au milieu de ces dépôts.

Il serait d'ailleurs aisé d'entrevoir la possibilité d'effets secondaires, dus à des agents d'un tout autre ordre, sur cet abaissement du niveau de la mer Morte. En effet, il se pourrait que les courants basaltiques considérables qui, vers le nord du bassin, se sont épanchés, comme nous le verrons bientôt, jusque dans la vallée du Jourdain, aient détourné ou arrêté quelques-uns des affluents septentrionaux du lac Asphaltite. Ils ont même pu produire, dans les environs du Bahr-el-Houleh et du lac Tibériade, des barrages analogues à ceux qui, dans l'Auvergne et la Katakekaumène, ont interrompu l'écoulement régulier des eaux et donné lieu à la formation de lacs.

De tels effets ont pu assurément être produits par les coulées de lave comme celles de Banias (1), ou encore comme les épanchements qui, entre le Bahr el Houleh et le lac Tibériade, ont obstrué la vallée et resserré le Jourdain, de façon à ne lui permettre de s'échapper que par un étroit défilé. De sorte que les éruptions basaltiques ont pu, quoique dans une mesure fort restreinte, contribuer à faire descendre le niveau de la mer Morte.

Néanmoins, c'est principalement à un changement dans le climat et par suite dans le régime des cours d'eau, que le lac Asphaltite paraît devoir l'abaissement de sa surface actuelle. On est alors tenté, d'après ce que nous avons dit plus haut, de rapprocher cet ancien régime des effets analogues qu'ont imprimés à nos rivières européennes des phénomènes atmosphériques dont le maximum d'intensité a été reporté au commencement de l'époque quaternaire. Les observations précédentes réunies à celles de M. D. Hooker et de M. Girard de Rialle, viendraient confirmer ce rapprochement, auquel se prêtent parfaitement l'étude du sol ainsi que l'appréciation de la durée probable des phénomènes géologiques qui ont précédé ou suivi cette grande crise climatérique.

Nous voyons, par tout ce qui précède, que l'Égypte, la Nubie, l'Arabie Pétrée, la Palestine et la Syrie, n'ont pas échappé aux influences que l'epoque glaciaire paraît avoir exercées sur tout l'hémisphère boréal. Si les traces de ce grand phénomène atmosphérique sont en réalité moins profondes que dans nos régions tempérées, ainsi qu'on devait s'y attendre, elles sont néanmoins rendues plus apparentes et plus saisissantes encore, par suite du contraste sans cesse offert par la sécheresse actuelle de ces contrées avec les preuves irrécusables et multipliées d'une irrigation ancienne plus abondante.

Les autres principaux phénomènes de la période quaternaire se rattachent en grande

(1) Voyez, Pl. III, la *Vue des sources dites du Jourdain, à Banias*, au pied de l'Anti-Liban et de la coulée de lave qui descend du Jaulau.
Voir aussi la carte géologique du bassin de la mer Morte, Pl. I.

partie à l'activité volcanique dont nous allons étudier en détail les effets, dans un chapitre spécial. Cette activité dut se manifester dès la fin de la période tertiaire, mais les coulées qui suivirent le fond des vallées ne paraissent s'être épanchées qu'après le dépôt des marnes de la *Liçan*, et peut-être quelques-unes d'entre elles rentrent-elles dans l'époque historique ou au moins traditionnelle de ces contrées, ainsi que le pensait Daubeny, d'après certains passages des prophéties bibliques.

Certains dépôts d'incrustation, dus à des sources calcarifères, paraissent également remonter à l'époque quaternaire.

---

# CHAPITRE IX.

## TERRAINS VOLCANIQUES.

Les terrains volcaniques dont nous allons maintenant nous occuper d'une manière toute spéciale dans ce chapitre, sont composés de roches qui rentrent toutes dans la famille des roches pyroxéniques (1).

Déjà, avant le dépôt des terrains marins, les roches pyroxéniques avaient fait leur apparition au fond de la mer Crétacée sous la forme de mimosites vert noirâtre que la dénudation a mis au jour, en certains points, en les dégageant des couches de craie qui les masquaient.

C'est ainsi que nous avons pu les observer en plusieurs points, notamment dans la région comprise entre le rivage oriental de la mer Morte et Kerak.

Sur le versant nord de la colline de craie, sur laquelle est bâtie la ville de Kerak, on voit un affleurement de mimosite verdâtre profondément décomposée et dans laquelle on reconnaît pourtant le feldspath et les cristaux de pyroxène augite qui la constituent. Autour de cette roche et la recouvrant en partie, sont des couches de craie d'une parfaite horizontalité, qui ne présentent d'ailleurs aucune altération à son contact. Il est donc naturel de penser que ce pointement de mimosite existait déjà, à cette place, lorsque la mer Crétacée est venue former, autour et au-dessus de lui, ses dépôts réguliers.

Entre Kerak et la mer Morte, du waddy Kerak au waddy ed Drâa, nous avons encore observé deux autres pointements de mimosite décomposée qui se désagrége en sphéroïdes (2).

Ces roches pyroxéniques ont-elles été, à proprement parler, volcaniques, ou simplement éruptives comme les porphyres et les mélaphyres auxquels elles ont succédé? C'est ce qu'il serait difficile de décider, car les roches qui font éruption au fond des bassins océaniques

(1) Les trachytes (roches feldspathiques) qui constituent l'autre groupe de roches volcaniques n'ont jamais été rencontrés par nous en Palestine. Il y en a sur la côte arabique de la mer Rouge, dans l'Yemen, et sur la côte africaine, dans le pays d'Adal.

(2) Voir, Pl. II, la *Carte géologique des bords de la mer Morte*, et Pl. VI, *fig.* 8, la *Coupe brisée du W. Mojib à Kerak et à la mer Morte*, où sont indiqués les gisements des trois pointements de mimosite précédemment cités, et qu'on y verra désignés par la lettre μ.

ont une autre apparence que celles qui s'épanchent à l'air libre, et tel est le cas des mimosites dont nous parlons.

Quoi qu'il en soit, elles sont étroitement apparentées au second groupe de roches pyroxéniques qui va maintenant nous occuper et dans lequel viennent se ranger toutes les roches volcaniques que nous avons pu observer en Syrie, en Palestine et en Arabie Pétrée. Ce second groupe est celui des basaltes avec les variétés qu'on lui connaît dans les districts volcaniques ordinaires (Dolérite, Tephrine, etc...).

Nous allons les décrire en suivant l'ordre de leur distribution géographique.

Ces roches volcaniques sont très-répandues à l'est de la grande fissure qui semble avoir donné naissance à la mer Rouge et de celle qui lui fait suite, en se poursuivant par le golfe d'Akaba et la mer Morte jusqu'au Liban. A l'ouest de ces deux lignes de fracture, il est assez rare d'en rencontrer, et celles qu'on y trouve ne constituent que des accidents d'une moindre importance.

Dans la Galilée, les coulées du Jebel Safed, de Tibériade et des environs de Nazareth, ne sont que de faibles échos des phénomènes volcaniques qui ont couvert de lave le Hauran et le Jaulan, de l'autre côté du Jourdain. Dans tout le reste de la Galilée et dans la Judée, on ne trouve plus de traces de roches volcaniques.

*Arabie Pétrée.* — Burkhardt et quelques autres voyageurs ont assuré qu'il en existait sur la rive occidentale du golfe d'Akaba, notamment auprès de son extrémité septentrionale ainsi qu'à Scherm, près de la pointe méridionale de la presqu'île du Sinaï. Burkhardt parle d'escarpements verticaux, en demi-cercle, se suivant sur deux milles de long et de 60 à 80 pieds de hauteur et que l'on trouverait en ce dernier point. Ces escarpements seraient constitués par une roche noire, quelquefois rougeâtre et celluleuse, et lui auraient paru être les restes d'un cratère volcanique. Cependant il n'est pas prouvé que ces roches appartiennent véritablement à la catégorie de celles dont nous nous occupons en ce moment; car, bien que Russegger et Hogg aient adopté cette détermination, comme le prouvent leurs cartes, Humboldt a considéré ces roches comme étant des porphyres, et nous inclinons à nous rallier à sa manière de voir.

Ce n'est pas que Burkhardt n'ait été assurément un des plus sagaces et des plus consciencieux observateurs qui aient parcouru l'Orient, mais il lui manquait les connaissances spéciales qui pouvaient seules lui permettre de distinguer un basalte d'avec certains porphyres, mélaphyres et diorites.

En realite, il n'y a pas eu à l'ouest de la mer Rouge et du sillon de l'Arabah et de la mer Morte, d'éruption volcanique bien importante.

*Idumée.* — Près du seuil de l'Arabah, certains voyageurs avaient signalé la présence de roches volcaniques, fait dont s'emparèrent aussitôt les partisans de la communication ancienne de la mer Morte avec la mer Rouge, qui virent dans ces prétendues éruptions la cause de la séparation de ces deux nappes d'eau et de la formation du toit (1) ou ligne de faîte au milieu de l'Arabah. Mais nous avons eu beau chercher ces roches dans cette région, nous n'avons trouvé que les granites et les porphyres feldspathiques dont nous avons précédemment parlé.

Plus au nord, Burkhardt, et plus tard Irby et Mangles, ont cité plusieurs volcans situés dans la chaîne d'Édom.

Au nord de Schobek (mont Royal) et près du waddy Ghuweir, ces deux derniers voyageurs mentionnent la présence d'éminences brunes volcaniques qui se détachent comme des îlots noirâtres au milieu de la plaine sablonneuse qui les environne. A droite de ce groupe, ils ont encore rencontré une montagne volcanique couverte de scories rouges poreuses et très-légères (2).

Irby et Mangles ont traversé également d'autres coulées volcaniques au nord de cette région et sur les bords du waddy el Ahsy. Près de ce dernier point, se trouvent des sources chaudes connues des Arabes sous le nom de « bains de Salomon ».

Nous pouvons ici ajouter notre témoignage à ceux d'Irby et Mangles et à celui de Burkhardt qui avait auparavant observé ces mêmes coulées, non pas que nous ayons vu ces dernières, mais parce que nous avons pu constater l'abondance des galets de basalte dans le lit du waddy Safieh qui forme la continuation naturelle du waddy el Ahsy.

Ce basalte est très-compacte, et, en le cassant, on obtient des surfaces rendues brillantes par une infinité de très-petites facettes cristallines, visibles à la loupe; il contient des grains de péridot d'un jaune verdâtre assez clair.

*Bords de la mer Morte.* — Les roches volcaniques manquent complétement sur le rivage occidental de la mer Morte, malgré les affirmations contraires de quelques voyageurs modernes dépourvus de connaissances suffisantes en géologie et qui ont placé sur leurs cartes des cratères et coulées absolument imaginaires; mais, à l'est de ce lac, dans la Moabitide et l'Ammonitide, ces roches se montrent sur des points nombreux.

(1) D'après certains voyageurs, les Arabes donneraient le nom d'*el Saté* (le toit) à ce seuil de l'Arabah.

(2) *Travels in Nubia, Syria and Asia minor during the year* 1817-18, 1823, p. 377.

Legh (*Account on Syria...*) paraît avoir également observé, près de la forteresse de Schobek, ces mamelons volcaniques; il mentionne à gauche de ce point deux cratères, et à droite une voie romaine entièrement dallée avec de la lave. Il signale encore des masses de lave au waddy Elkasar.

Daubeny, *Descr. of Act. and Ext. Volc.*, 1826, p. 282.

Le plateau calcaire sur lequel se trouvent les ruines de Rabbath-Moab, au nord de Kerak, est couvert de débris basaltiques. Dans la construction des édifices de cette ancienne cité, on a fait un fréquent usage de matériaux d'origine volcanique, et nous avons pu voir une enceinte assez vaste entièrement pavée en basalte.

De cette hauteur, nous apercevions au loin, vers l'est, et à la place occupée sur les cartes de Van de Velde par le jebel Guwireh, une montagne noirâtre qui pourrait bien être le centre d'émission des nombreuses coulées qu'on rencontre dans cette région. Le voisinage d'un camp d'Arabes ennemis de ceux qui nous accompagnaient, nous a empêché de pousser plus loin notre reconnaissance; mais un des hommes de notre escorte, interrogé sur la nature des pierres qui constituaient cette montagne, répondit en nous montrant les fragments de basalte épars sur le sol. Il ne faudrait cependant pas trop se fier à ce renseignement, les Arabes ayant pour habitude de répondre dans le sens qu'ils supposent devoir vous être le plus agréable.

Le basalte, employé dans les anciens édifices de Rabbath-Moab est une lave très-peu celluleuse, d'un noir brunâtre. Ses cavités, visibles seulement à la loupe, sont en partie remplies de carbonate de chaux. Le péridot s'y présente en grains très-petits et très-nombreux qui se fondent dans la pâte et contribuent à lui donner sa teinte brunâtre. On y voit également une multitude de petites facettes cristallines dues au feldspath et au pyroxène qui constituent la masse de cette roche.

A quelques kilomètres au nord de Rabbath, on trouve encore des débris de basalte et le jebel Schihan qui s'élève à 848 mètres est couronné d'une nappe de basalte noir compacte. (*Voir*, Pl. V, *fig.* 4, 6, et Pl. VI, *fig.* 8, ainsi que la *Carte géologique*, Pl. II.)

De cette hauteur, on aperçoit de vastes coulées couronnant au même niveau les plateaux que découpe la vallée du waddy Mojib. Ces coulées sont donc plus anciennes que le phénomène qui a creusé ces waddis et peut-être partent-elles du même point, du jebel Ghuwireh, par exemple.

Dans le lit du waddy Mojib, on trouve de nombreux cailloux d'un basalte un peu différent de celui du jebel Schihan et qui ont été probablement charriés par ce cours d'eau des régions plus orientales où il prend sa source. Ce basalte est d'un gris assez clair et présente quelques grandes vacuoles tapissées d'aragonite. Sur sa pâte très-feldspathique se détachent de nombreux grains de péridot auxquels un commencement d'altération a donné une couleur brune.

Au nord du waddy Mojib, la vallée du waddy Haïdan est creusée au milieu de grès, de marnes et de calcaires. Le jebel Houra qui la limite vers l'est, est un haut plateau qui

paraît couronné d'une nappe de basalte dont nous apercevions de Schihan la continuation sur les hauteurs qui dominent le waddy Mojib. Au fond de la vallée, se trouve une autre coulée plus moderne qui semble partir d'un mamelon de basalte situé à mi-côte sur les flancs du jebel Houra et encombré de scories. (Pl. V, *fig.* 1, 6.)

En remontant encore vers le nord le waddy Haïdan, on trouve son lit occupé par une coulée de basalte d'une couleur brune et tacheté de parties noirâtres. Sur ce fond sombre se détachent de nombreux points blancs qui ne sont autre chose que de petites vacuoles remplies d'aragonite. (Pl. V, *fig.* 5.)

Entre le waddy Haïdan et le waddy Zerka-Maïn se trouvent des montagnes calcaires dont le jebel Attarus constitue le sommet le plus élevé. A l'est de cette montagne, on voit encore des plateaux qui paraissent couronnés par des coulées, à des niveaux peu différents de ceux qu'occupent celles du jebel Houra et de Schihan.

Sur les flancs septentrionaux du jebel Attarus, en un point qui porte le nom significatif de el Hammé et d'où l'on domine une grande partie de la vallée du waddy Zerka Maïn, se trouvent des amas considérables de scories, peperinos et brèches basaltiques qui paraissent recouvrir la tête d'une coulée moderne dont on peut suivre de l'œil, la direction vers le nord-ouest.

Cette coulée descend d'abord vers le lit du Zerka Maïn, le traverse et passe sur sa rive droite qu'elle longe pendant un certain temps, puis revient sur la rive gauche en présentant, sur les bords de la rivière, le phénomène du retrait prismatique. Elle se dirige ensuite vers la mer Morte en passant près des sources chaudes de Callirhoé. De el Hammé, on voit de vastes nappes de basaltes s'étendre sur les falaises de la mer Morte, près de l'embouchure du Zerka-Maïn.

De la mer Morte elle-même, on aperçoit ces mêmes nappes ainsi que le montre la *vue du rivage oriental de la mer Morte*, annexée à la *carte géologique du bassin de la mer Morte* qui accompagne ce travail (Pl. II) (1).

Au sud de la plaine de Zara, où émergent de nombreuses sources chaudes incrustantes, on aperçoit, de loin, une coulée qui descend d'une éminence nommée Mountar ez Zara. Au nord de la même plaine, le basalte couvre d'une nappe assez épaisse les falaises de grès jusqu'à l'embouchure du waddy Zerka Maïn (2). Ce basalte est noir, compacte et renferme de très-petits grains de péridot visibles seulement à la loupe.

(1) La carte et la vue géologique insérées dans la Pl. II, et dans lesquelles les formations volcaniques sont marquées par une teinte rouge vif, compléteront avantageusement pour le lecteur cette description nécessairement très-sommaire et la rendront, nous l'espérons du moins, suffisamment intelligible.

(2) Voyez la *Vue des falaises du rivage oriental de la mer Morte*, Pl. III.

Parmi les fragments charriés par la rivière ou éboulés des parties supérieures, on trouve des tufs incrustants, ainsi qu'une brèche à éléments de basalte cimentés par du carbonate de chaux cristallisé.

Sur le même rivage de la mer Morte et près de son extrémité septentrionale, un peu au nord du débouché du waddy Ghuwier, se trouve une coulée de lave qui s'avance jusqu'à la mer et disparaît sous ses eaux. Cette coulée descend en serpentant d'une montagne qui m'a été indiquée par le scheikh Gablan sous le nom de Mergab es Suweimeh (1). Elle est formée de basalte noirâtre, un peu scoriacé, dont les vacuoles sont tapissées de carbonate de chaux et dans lequel on distingue, à la loupe, des cristaux de pyroxène. Ce basalte est, en d'autres points, très-scoriacé et cellulaire.

Un peu au nord de ce point, nous avons observé une autre branche de la coulée qui disparaît également dans la mer Morte (2). Elle se compose d'un basalte noirâtre légèrement scoriacé avec quelques cristaux jaunes de péridot et des cristaux noirâtres de pyroxène.

Sur les bords et au-dessous de cette lave, se montre un calcaire concrétionné jaune et rouge, très-dur, qui renferme en certains points des fragments de basalte et passe à l'état de brèche.

*Galilée.* — Au nord de la mer Morte, on ne rencontre plus d'éruptions volcaniques et il faut arriver dans les environs du lac Tibériade pour retrouver les roches ignées. Nous avons déjà parlé, au commencement de ce chapitre, des coulées que l'on observe à l'ouest de ce lac. Nous ajouterons maintenant quelques détails à ce que nous en avons déjà dit, afin d'en rapprocher la description de celle des roches semblables et voisines du Jaulan.

Le point le plus méridional où nous ayons observé des basaltes entre la Méditerranée et la vallée du Jourdain, se trouve dans la plaine d'Easdrealon, près de Zerin (Jisreel). Cette plaine est formée par un sol gras parsemé de débris basaltiques qui abondent particulièrement à el Fuleh. (Voir la *Carte du bassin de la mer Morte*, Pl. I.)

Des coulées basaltiques existent, près de là, sur les flancs occidentaux et septentrionaux du jebel Duhy (petit Hermon), à Duhy et au Tell el Ajul.

La plaine d'Ard el Hamma est également couverte de débris basaltiques; enfin une coulée qui semble partir de Kurn Hattin, à l'ouest de Tubarieh (Tibériade), vient atteindre les bords du lac du même nom, près de cette ville. Le basalte qui la constitue est péridotique

(1) Voir, Pl. II, la carte et le panorama de la rive orientale du lac.
(2) *Ibid.*

et renferme, d'après Russegger, dans ses vacuoles, des cristaux de zéolites et notamment de mésotype. Le docteur Anderson en a donné l'analyse suivante (1) :

| | |
|---|---|
| Silice | 38,41 |
| Alumine | 14,62 |
| Fer oxydé | 23,15 |
| Carbonate de chaux | 12,70 |
| Magnésie | 7,01 |
| Alcalis | 3,42 |

Au nord-ouest de Tibériade, à Cabul, nous avons trouvé un pointement de basalte qui se présente, en ce point, dans des conditions anormales et qu'on est assez étonné de rencontrer enchâssé dans les calcaires crétacés. Ce basalte de Cabul est d'une couleur gris de fer assez foncée avec de rares et petites vacuoles remplies de carbonate de chaux et des grains nombreux de péridot roussâtre, visibles à la loupe.

Directement au nord de Tibériade, se trouve le massif volcanique du Safed signalé, par Burkhardt, comme basaltique, et que Russegger regarde comme le centre des éruptions de cette région. Des coulées étendues se sont répandues au sud de ce point dans la direction du lac, tandis qu'au nord-ouest le docteur Robinson aurait découvert à el Jish un véritable cratère.

Telles sont les principales manifestations de l'activité volcanique que l'on observe à l'ouest du lac Tibériade et du Jourdain.

A l'est de ce lac et de ce cours d'eau, ces phénomènes ont pris une importance beaucoup plus considérable.

Lorsque du haut des montagnes calcaires d'Adjloun, on regarde vers le nord, on voit s'étendre devant soi de vastes nappes de basalte interrompues çà et là par de petites éminences coniques. Ces plateaux noirâtres du Jaulan viennent se terminer brusquement au pied de l'Anti-Liban, et l'Hermon est comme un cap avancé contre lequel sont venus se briser ces flots basaltiques. A droite s'étend une plaine immense d'où surgit, comme une île, le sombre et imposant massif volcanique du Hauran (2).

Près d'Irbid, nous avons pu reconnaître la nature des plaines étendues qui entourent ces montagnes; c'est une terre brune et grasse, parsemée de débris basaltiques. Ces plaines élevées, ou pour mieux dire ces plateaux, sont séparés du Jourdain par des coteaux calcaires que surmontent en beaucoup de points des coulées, tandis que les plus modernes de ces dernières ont suivi le lit des torrents actuels. L'une de celles-ci occupe le fond de la

(1) *Off. rep.*, p. 199.

(2) Voir, pour tout ce qui concerne les environs du lac Tibériade, le Jaulan, le Hauran et l'Anti-Liban, la *Carte géologique du bassin de la mer Morte* et le profil géologique qui l'accompagne, Pl. I.

vallée du Scheriat el Mandhur (Nahr Yarmuk) qui va se jeter dans le Jourdain un peu au-dessous du lac Tibériade. D'autres coulées se trouvent à mi-coteau, entre Um Keis (Gadara) et le Nahr Yarmuk.

Les ruines de Gadara renferment de nombreux et gros blocs de basalte que l'on a utilisés dans l'architecture de cette ville, notamment pour les tombeaux. On en a fait des autels votifs, des sarcophages, des linteaux de porte, des colonnes, le tout sculpté avec soin; mais c'est surtout dans la curieuse nécropole de cette ancienne cité, véritable ville des morts située à côté de celle des vivants, que l'on a prodigué le basalte. On a même travaillé cette roche en forme de porte massive tournant sur des gonds sculptés dans la roche et servant à fermer l'entrée des caveaux funéraires.

Ce basalte, qui a également servi à paver une voie romaine conduisant à Gadara, est une lave grise, vacuolaire, avec des grains rougeâtres de péridot altéré.

Toute la rive orientale du lac de Tibériade est couverte de débris basaltiques et plusieurs coulées descendent jusque sous les eaux du lac, comme aux débouchés du waddy Sik et du waddy Semak, par exemple. Près de ce dernier waddy, la coulée est formée de basalte gris avec grains rougeâtres de péridot altéré. Cette roche est criblée de vacuoles que le carbonate de chaux tapisse.

*Jaulan et Anti-Liban.* — Les basaltes continuent à se montrer jusqu'à l'extrémité septentrionale du lac où le Jourdain se trouve étroitement encaissé au milieu des épanchements basaltiques qui s'étendent au loin, vers l'est. Ces coulées couvrent tout le Jaulan et semblent provenir de la petite chaîne volcanique du jebel Hisch, avant-garde des cônes plus nombreux et plus importants du Hauran.

Du lac Tibériade à Banias, au pied de l'Anti-Liban, on marche deux jours entiers sur ces coulées. Ali-Bey les traversa, en 1807, et il décrit ce pays comme étant une région d'un aspect infernal. Il est certain que les scories et les blocs de laves, parfois entassés les uns sur les autres, donnent un caractère étrange et fantastique à cette contrée et y rendent la marche du voyageur très-pénible.

Il semble impossible que ces plateaux rocailleux, nus et formés d'une pierre aussi dure que la fonte, puissent nourrir des habitants. Nous y avons cependant rencontré dans le voyage complémentaire que nous avons fait avec M. Vignes, un petit campement d'Arabes d'Abd-el-Kader qu'on a relégués, eux et leurs maigres troupeaux, dans ces régions stériles et ingrates.

Le basalte du Jaulan est rarement scoriacé et généralement assez compacte, d'une couleur noirâtre tirant sur le bleu et parsemé de nombreux cristaux de péridot d'un jaune clair.

A Banias, une coulée descend dans la vallée, contourne le pied du jebel es Scheikh et s'étale dans la plaine d'Ard el Huleh en laissant échapper des masses d'eau souterraines qui se frayent un chemin sous elle et vont sortir à Banias et à Tell el Kadi où elles sont connues sous le nom de *sources du Jourdain* (voir, Pl. III, la *Vue des sources du Jourdain, à Banias*, où cette coulée est figurée en rouge) (1). Le basalte de cette coulée est d'un gris de fer très-foncé, presque noir, compacte, et parsemé de cristaux de péridot jaune clair.

En remontant le Nahr Hasbany jusqu'aux véritables sources du Jourdain, on retrouve encore de petits lambeaux basaltiques le long de la chaîne de l'Anti-Liban. Ces roches volcaniques se montrent notamment à Kurwaah, entre Khiem et Mariyeh, à Hasbeya et à Rasheya et sont sensiblement alignées comme les deux chaînes qui les comprennent.

Le basalte de Khiem est composé d'une pâte noirâtre remplie de petites facettes cristallines et renfermant des cristaux noirs de pyroxène ainsi que des grains jaunâtres de péridot.

*Hauran.* — Quelque important que soit le rôle des phénomènes volcaniques dans le Jaulan, c'est dans le Hauran qu'ils ont atteint leur plus grand développement. Les laves couvrent une contrée qui n'a pas moins d'un degré de long sur un degré de large et forment, au sud-est de Damas, des montagnes élevées que Josèphe désigne sous le nom de « Σιδηρουν ορος » la *montagne de fer*, et qu'il dit s'étendre du lac de Génésareth à la terre des Moabites. On ne voit, dans cette contrée, que cônes et cratères et d'immenses coulées volcaniques recouvertes, en partie, d'un terreau gras que perce à chaque instant le basalte.

M. Wettstein, consul de Prusse à Damas, et M. Guillaume Rey, notre compatriote, ont donné des cartes détaillées de ces régions, et il est facile, à leur simple inspection, d'y reconnaître les alignements de nombreux cônes volcaniques et les vastes coulées qui en sont sorties.

MM. de Vogüé et Waddington ont également parcouru cette contrée, ainsi que le Safa, autre district volcanique, situé au nord-est du Hauran. C'est, en grande partie, aux obligeantes communications de MM. de Vogüé et Rey que nous devons de pouvoir parler de ces massifs basaltiques que nous n'avons pu qu'apercevoir de loin.

Au nord-est du Hauran proprement dit, s'étale un vaste et bas plateau ayant la forme

(1) Danville prétend (*Géographie ancienne abrégée*, p. 401) que les objets jetés dans le lac Phiala (situé au milieu des coulées du Jaulan et qui paraît être un ancien cratère) reparaissent à Banias, aux sources apparentes du Jourdain. Bien que cette assertion méritât d'être vérifiée, il n'y aurait rien d'étonnant dans ce fait, et les eaux du lac Phiala pourraient faire un trajet beaucoup plus long encore sous la lave.

Danville a cité, sans doute, ce fait d'après l'historien Josèphe, qui prétend que si l'on jette une paille dans le lac Phiala, elle reparaît à Banias.

d'un triangle dont un des sommets touche à cette montagne, tandis que la base s'aligne parallèlement à la chaîne de l'Anti-Liban. Ce plateau qu'on appelle le Leja ou Ledja, est une vaste nappe de basalte qui paraît avoir été vomie par quatre cônes volcaniques, alignés du sud-ouest au nord-est et serrés les uns près des autres au sommet du triangle dont nous venons de parler.

On ne peut mieux faire pour donner une idée de cette coulée que de citer l'excellente description qu'en ont donnée MM. Rey et Deblet :

« Arrivés sur ce plateau, dit M. Rey (1), nous nous trouvons au milieu d'un labyrinthe de coulées de lave laissant entre elles des espaces creux et profonds où la terre « apparaît, quoique couverte de débris volcaniques. On dirait une immense mosaïque « couverte d'arabesques en relief, et c'est à peine si les laves solidifiées des environs de « Catane peuvent en donner une idée. »

Et plus loin (2) : « Rien ne peut donner une idée des formes fantastiques qu'ont prises « les torrents de laves en se solidifiant, que l'aspect des vagues soulevées par une violente « tempête ou bien encore de gigantesques écailles de tortues à demi brisées..... »

Cette lave affecte, en d'autres points, l'aspect de multitudes de petits cônes ouverts à leur sommet et doit ressembler à la coulée du Jorullo, décrite et figurée par Humboldt.

« Dans son ensemble, dit le docteur Delbet (3), la physionomie du Ledja rappelle un peu « celle d'un vase d'eau de savon dans lequel on se serait amusé à souffler des bulles ; ici, « ces bulles sont en lave. Quelques-unes sont bien véritablement creuses. Nulle part il n'y « a de cône de basalte parfaitement fermé. »

Les quatre cônes latéraux d'où paraît provenir cette coulée, qui doit être l'une des plus récentes du Hauran, sont, du nord au sud : le Tell Schihan, le Tell Garrarat el Kebir, le Tell Djemal et le Tell Garrarat el Kiblije.

Le Tell Garrarat el Kebir est un véritable *Puy*, semblable à ceux d'Auvergne, avec un cratère béant qui est plein de scories rougeâtres.

Le Tell Djemal, couvert également de scories rouges et noirâtres, a un cratère ouvert au nord-nord-ouest par lequel semblent avoir été vomies ses déjections, dans la direction du Ledja. On a, d'ailleurs, reconnu dans ce Tell les traces de trois cratères successifs.

M. Rey pense que la coulée du Ledja provient de ces quatre cônes volcaniques, et tout semble confirmer cette hypothèse.

(1) *Voyage dans le Haouran*, 1857-58, p. 55.
(2) *Loc. cit.*, p. 63.
(3) Cité par M. Rey, *loc. cit.*, p. 116.

M. Wettstein a bien, il est vrai, indiqué sur sa carte un « *gros courant de lave* » parti du Kleib, le plus haut sommet du Hauran, et se dirigeant en droite ligne vers le Ledja. Mais le Ledja n'est pas la seule coulée qui se soit étalée sur ces plaines ; il en est de plus anciennes que recouvrent aujourd'hui l'humus et le terreau, et le courant de lave du Kleib peut d'autant mieux se rapporter à l'une de ces anciennes coulées qu'il est difficile, à tous les points de vue, de séparer celle du Ledja des quatre cônes qui en occupent l'extrémité et qui ont dû suffire à la produire.

La partie haute et centrale du Hauran est munie d'un certain nombre de cônes et de cratères dont les plus importants sont le Kleib, l'Abu Tumès et le Guwelid.

Le Kleib a un cratère ouvert au nord et encombré de scories. Quant à l'Abu Tumès, le basalte qui le constitue est remarquable par ses propriétés magnétiques. Il diffère d'ailleurs d'aspect avec celui de la Moabitide et celui du Jaulan. Plus compacte, il est d'un gris bleuâtre taché de zones violacées et chargé de nombreux grains de péridot. Nous y avons distingué, à la loupe, beaucoup de cristaux de feldspath blanc vitreux, et chaque morceau de ce basalte constitue une sorte d'aimant naturel, muni de ses deux pôles, propriété qu'il doit sans doute à une forte proportion de fer oxydulé titanifère répandue dans sa masse.

Le même basalte forme également le Tell Hod, au sud-ouest du précédent.

Nous avons aussi pu étudier d'autres échantillons de basalte noir, bleuâtre, compacte, avec péridot, et attirant fortement l'aiguille aimantée, qui ont été recueillis par M. Rey, près de Hit, à la pointe septentrionale du Hauran.

A l'orient, ce massif est également flanqué d'une série de cônes volcaniques. On en trouve en outre un certain nombre, au nord et au sud de cette montagne.

Au nord-est du Hauran, la carte de M. Wettstein indique un nouveau massif volcanique presque aussi considérable, et la topographie de ces régions suffirait à elle seule pour en établir le caractère volcanique.

On sait en effet, aujourd'hui, que le Diret el Tulul et le Safa sont couverts de cônes et de coulées dont quelques-unes, d'une étendue immense, se prolongent, d'après M. de Vogüé, fort loin à l'est, dans le désert de Syrie.

Il y a, dans le Safa, un grand cratère, dont le plan et la vue ont été pris par M. de Vogüé, et qui contient à son intérieur trois petits cônes plus récents, rangés suivant un de ses diamètres.

Les échantillons de roches rapportés par le savant archéologue et qu'il a bien voulu nous montrer sont des basaltes compactes, d'un noir bleuâtre, avec grains jaunes de péridot et des laves doléritiques, grises, très-pauvres en péridot.

Ces roches sont sans influence sur l'aiguille aimantée et ressemblent, sous ce rapport comme sous quelques autres, beaucoup plus aux basaltes du Jaulan qu'à ceux du Hauran.

On voit, par ce que nous venons de dire, que dans ce dernier massif, comme aux environs du lac Tibériade et de la mer Morte, il doit y avoir eu plusieurs époques distinctes d'éruptions séparées par d'assez grands intervalles de temps. C'est dans ces intervalles qu'ont été creusées les vallées actuelles et que s'est formé le terreau qui recouvre les anciennes coulées.

Les laves les plus modernes, comme celles du Ledja et du Jaulan, et celles qui suivent le fond des vallées, dans les environs du lac Tibériade et de la mer Morte, sont dues à des phénomènes volcaniques dont l'homme a peut-être été le témoin. Nous avons vu, en effet, que de nos jours, il s'est produit dans ces régions des manifestations de l'activité interne du globe, dont les nombreuses sources thermales et les fréquents tremblements de terre que l'on y observe prouvent la permanence.

Le jebel Teir a fait éruption au milieu de la mer Rouge, à des époques très-récentes, ainsi que le volcan d'Edd, sur la côte d'Abyssinie.

Les auteurs grecs donnent pour cause à l'émigration des Phéniciens des bords de la mer Érythrée (mer Rouge), qu'ils habitaient avant qu'ils ne fussent venus fonder Sidon, le bouleversement de leur pays par suite d'éruptions volcaniques.

Enfin, Burkhardt a recueilli, dans un livre arabe, au Caire, le récit d'une éruption volcanique qui a eu lieu dans l'Hedjaz, vers le milieu du XIII[e] siècle, et a menacé de détruire la ville de Médine.

Voici ce document qui est d'un haut intérêt, surtout en raison du voisinage de Médine, avec les districts volcaniques que nous venons de passer en revue :

« Le 1[er] du mois de Djomat el Akhir de l'an 634. A. H., on ressentit dans la ville « (Médine) un léger tremblement de terre ; le 3, une secousse plus forte se fit sentir pen- « dant le jour. Vers deux heures de la nuit suivante, des secousses violentes et répétées « réveillèrent les habitants ; elles augmentèrent de force pendant la matinée et continuelle- « ment, par intervalles, jusqu'au 6 du mois. Beaucoup de maisons et de murs s'écroulèrent.

« Le vendredi matin, un bruit épouvantable se fit entendre et vers midi le feu fit éruption. « Dans l'endroit où il sortit de terre, il s'éleva d'abord une fumée qui obscurcit complète- « ment le ciel. Vers la fin du jour, les flammes furent visibles à l'est de la ville. C'était une « masse de feu d'un volume immense qui offrait l'apparence d'une grande ville avec ses « murs crénelés et des minarets montant vers le ciel ; il sortit, de cette flamme, un torrent « de feu rouge et bleu accompagné de roulements de tonnerre. Les vagues enflammées

« roulaient devant elles des rochers entiers et, plus loin, les entassaient en monceaux très-
« hauts. Le torrent s'approchait de la ville quand la Providence envoya un vent frais qui
« arrêta la marche de ce côté. Toute la population de Médine passa la nuit dans la grande
« mosquée.

« La réverbération du feu changea les ténèbres en jour. Le torrent de feu se dirigea au
« nord et se termina au jebel Ouaïra, montagne située dans le waddy el Schaltat, qui est
« à l'orient du jebel Ohod (à 2 milles et demi de Médine). Pendant cinq jours la flamme
« ne cessa de s'élever ni le torrent de brûler pendant trois mois. La chaleur empêchait le
« monde d'en approcher. Il détruisit tous les rochers, mais comme c'était le territoire sacré
« de Médine *où le prophète avait ordonné qu'aucun arbre ne fût coupé dans un certain*
« *espace, il épargna tous les arbres qu'il rencontra dans son cours* (1).

« La longueur entière de ce torrent fut de quatre farsakh (12 milles) ; sa largeur de un
« farsakh et quart (4 milles) ; son épaisseur de 8 à 9 pieds. La vallée du Schaltat fut com-
« plétement obstruée et la partie où cet encombrement existe encore a reçu le nom de
« el Sched.

« La flamme fut aperçue à Yambo et à la Mecque. Un Arabe de Teïna (petite ville du
« désert, à six ou huit jours de marche au nord-est de Médine), écrivit, pendant la nuit, une
« lettre à la lueur que la flamme produisait à cette distance. »

On voit encore, à Médine, l'emplacement de cette coulée qui a dû être précédée, du reste, par d'autres plus anciennes, comme le prouve la nature volcanique du sol de cette région (2).

Ce récit ne laisse, d'ailleurs, aucun doute sur la nature du phénomène et montre que dans cette région septentrionale de l'Arabie, les éruptions se sont continuées jusqu'à nos jours.

En résumé : les mimosites n'ont pas de caractère volcanique marqué malgré leurs analogies de composition avec les basaltes. Elles se présentent plutôt comme des roches trappéennes épanchées pendant la période secondaire avant le dépôt des couches supérieures de la craie à *Ostrea Villei*, qui se sont déposées sans dérangements autour et sur leurs pointements.

Les basaltes anciens des plateaux de la Moabitide, de l'Idumée et de la Syrie sont anté-

(1) On sait que ce phénomène arrive souvent dans les éruptions volcaniques. M. Fouqué l'a constaté au Vésuve, et il l'explique par l'état sphéroïdal que prendrait l'eau à la surface de ces arbres, ce qui les protégerait contre la haute température de la lave.

(2) Burkhardt, *Voyage en Arabie*, traduit par Eyriès, t. II, p. 98.

rieurs au creusement des waddys profonds qui sillonnent et divisent leurs nappes ainsi que les terrains crétacés qu'elles recouvrent et couronnent.

N'ayant, malgré nos recherches multipliées, point rencontré de débris basaltiques dans les anciens dépôts de la mer Morte ou *marnes de la Liçan* (1), nous concluons provisoirement de cet argument négatif que ces dépôts ont été formés avant les éruptions volcaniques et voilà pourquoi nous avons dû décrire ces dernières à cette place.

Nous ne voudrions pas cependant qu'on attachât à cette déduction une rigueur plus grande que celle qu'elle comporte, n'étant basée que sur le résultat infructueux de nos investigations.

Nous sommes bien persuadé que, en Orient comme en Europe, les phénomènes volcaniques ont commencé à se manifester dès l'époque miocène. La découverte faite par M. Bauermann dans la presqu'île du Sinaï, près du débouché du waddy Taibe (Taybeh?) d'une couche de *lave noire doléritique*, intercalée dans des conglomérats de silex et des calcaires, assez fortement soulevés, qu'il rapporte au terrain miocène (2), suffirait, d'ailleurs, pour nous mettre en garde contre une conclusion trop absolue.

Il n'y a rien de surprenant dans ce fait et les grands mouvements d'exhaussement et de dislocation qui se sont opérés dans les régions qui nous occupent vers la fin de la période tertiaire, ont dû favoriser singulièrement la sortie des roches volcaniques.

Il n'y aurait donc aucune invraisemblance à supposer que les éruptions volcaniques des plateaux de la Moabitide ont dû commencer vers la fin de la période tertiaire ; la preuve seule nous manque et, nous le répétons, nous n'avons point trouvé de galets basaltiques dans les marnes de la Liçan, dont nous rapportons le dépôt à l'époque quaternaire pour les raisons qui ont été énumérées dans le chapitre précédent.

D'autres coulées plus modernes que celles des plateaux se sont répandues dans les waddys après le creusement de ces derniers, quelques-unes même sont si récentes qu'elles suivent le lit des torrents actuels et viennent, dans certains cas, s'enfoncer sous les eaux de la mer Morte.

Enfin, on l'a vu par ce que nous avons dit du district volcanique du Jaulan et surtout de celui du Hauran, il y a des superpositions de coulées d'âges si divers qu'elles semblent fournir les jalons destinés à relier les premières manifestations, en Palestine, de l'acti-

(1) Nous avons trouvé une seule fois un fragment de scorie cellulaire paraissant engagé dans les marnes de la Liçan, sur les bords de cette petite presqu'île. Comme il était fixé sur les bords de la berge et avait pu y être apporté par les vagues (car il était assez poreux pour flotter sur l'eau de la mer Morte), nous n'avons pas regardé ce fait comme suffisant pour infirmer de nombreuses observations négatives.

(2) *Loc. cit. Quart. journ. géol. soc.*, 1869, p. 24.

vité volcanique auxquelles sont dues les nappes des hauts plateaux de Moab, à ces éruptions contemporaines, dont nous venons de fournir un exemple relativement récent, pris dans une région voisine, en Arabie.

La fréquence des tremblements de terre qui ont détruit tant de cités en Palestine, notamment Tibériade, et dont on voit les traces manifestes, aussi bien dans les ruines du haut du mont Nébo que dans celles de Jerash ; les émanations bitumineuses et enfin les sources chaudes du bassin de la mer Morte, ces volcans d'eau, comme les appelle si justement Élie de Beaumont : toutes ces manifestations contemporaines de l'activité interne du globe, sont le cortége de ces éruptions volcaniques et nous en représentent l'écho peu lointain.

## CHAPITRE X.

### TERRAINS CONTEMPORAINS ET PHÉNOMÈNES AUXQUELS EST DUE LEUR FORMATION.

---

Les terrains en voie de formation sont déposés par les eaux de la mer, des fleuves, des lacs ou des sources, enfin par les courants aériens.

De là quatre sortes de dépôts : *dépôts marins*, *fluviatiles*, *lacustres*, *fontinaux* et *atmosphériques* que nous allons successivement passer en revue, dans les régions qui font l'objet de ce travail.

1° **Dépôts marins.** — Ces terrains doivent leur apparition sur le bord des côtes à la continuation des phénomènes lents d'exhaussement dont nous avons déjà signalé les traces le long des rivages de la Palestine, à propos de l'époque quaternaire.

Il y a sur les rivages de la Phénicie, notamment près de Sour (Tyr) et de Saïda (Sidon) des dépôts datant de l'époque historique qui témoignent que la côte a dû éprouver de nos temps des oscillations lentes.

La plage exhaussée de l'ancienne Sidon est couverte d'accumulations de coquillages (*Murex trunculus*) percés tous, à la base de l'avant-dernier tour de spire, d'un large trou pratiqué de main d'homme, comme s'ils avaient été anciennement utilisés pour la fabrication de la pourpre. On sait que les anciens extrayaient de ces coquilles l'animal qui leur servait à fabriquer la pourpre de Tyr.

Il paraît qu'ils ont utilisé ainsi plusieurs sortes de mollusques. Toutefois nous n'avons observé de perforations que dans les coquilles du *Murex trunculus*. Les autres débris de gastéropode (*Purpura hemastoma*, *Nassa gibbosula*, etc.), qui leur étaient associés, ne portaient pas de traces de l'action de l'homme (1).

(1) Nos observations confirment donc celles de M. Wilde qui a découvert, aux environs de Tyr, des excavations rondes remplies de débris concassés de *Murex trunculus* qu'il regarde comme des vestiges de la fabrication de la pourpre.

Le peu de profondeur des bassins de construction du port de la moderne Saïda, dont l'accès n'est plus guère possible, semble prouver que l'exhaussement de la plage se continue lentement. On retrouve à Sour (Tyr) des formations semblables.

Indépendamment de ces plages qui s'émergent et s'exhaussent, on trouve sur les côtes de la Phénicie courant parallèlement au rivage, des lignes de rochers constituant tantôt des brise-lames, tantôt des écueils fort dangereux. C'est sans doute par suite d'un mouvement d'exhaussement que ces bancs sableux durcis affleurent et se montrent au-dessus de l'eau.

En abordant à Jaffa, nous fûmes obligés de franchir, en barque, une passe dangereuse au milieu d'écueils qui s'élèvent un peu au-dessus de la mer. Ce sont des grès remplis de pétoncles (*Pectunculus violacescens*, Lamk), qu'on a utilisés pour daller les escaliers qui mènent à la ville haute de Jaffa.

Ces grès de formation moderne forment des bancs qui suivent fidèlement la côte, à une certaine distance du rivage et se montrent le plus souvent à fleur d'eau.

Botta, dans son excellent mémoire sur le Liban, parle de cette formation que le docteur Hedenborg avait également observée et qui se poursuit sur toutes les côtes de Phénicie et de Syrie.

Ces grès calcaréo-siliceux forment généralement le long des plages sablonneuses, des écueils inférieurs à la ligne des hautes eaux, composés des mêmes éléments que le sable du rivage, et renferment parfois quelques bancs horizontaux et irréguliers de poudingues.

Ces dépôts, d'après Botta, obstruent peu à peu les ports de la côte, et, sans qu'il y ait sur cette plage des coraux et des madrépores, ils forment de petits ports semblables à ceux qu'on trouve entre les bancs de coraux et les îles de la mer du Sud.

A peine exposée à l'air, la roche se solidifie et l'on a pu l'utiliser, ainsi que nous l'avons vu, comme pierre de construction à Saïda (Sidon), Sour (Tyr), Jaffa et à el Arisch.

Les bords de la mer Rouge voient se produire des formations marines analogues et les ports en sont obstrués en partie par le développement et l'exhaussement lent des récifs de coraux.

2° **Dépôts fluviatiles.** — Le seul cours d'eau vraiment important de la Palestine, celui qui dépose des alluvions un peu considérables, est le Jourdain.

Son lit est creusé pendant une bonne moitié de son parcours au milieu des *marnes de la Liçan*, déposées jadis par la mer Morte. (Voir Pl. III, la *vue de la mer Morte, de la vallée*

*du Jourdain et de la chaîne de Juda;* et Pl. VI, fig. 10, la *coupe de la vallée du Jourdain*, de Turmus Aya à Suf) (1).

Il a, en partie, comblé ce lit par un limon qui ressemble assez parfois au *loëss* du Rhin.

Ce limon fait contraste par sa couleur jaune et sa fertilité avec les marnes gypseuses de la Liçan qui, imprégnées de sel et moins bien arrosées, encadrent de deux bandes stériles et blanchâtres ce ruban sinueux de limon jaune couvert d'arbustes, au milieu duquel coule le Jourdain.

D'après le voisinage de ces marnes salées et les propriétés salifères que possédent d'ailleurs les terrains crétacés des bords du bassin, on doit s'attendre à trouver les eaux du Jourdain douées elles-mêmes d'une certaine salure. Cette salure n'est cependant pas sensible au goût; elle ne se manifeste que par l'analyse, qui montre, ainsi que l'avaient déjà fait remarquer Hitchcock et Bunsen, que l'eau du Jourdain diffère par sa composition de celle des autres fleuves.

Voici d'ailleurs l'analyse de l'eau que nous avons puisée le 21 avril 1864, à 3 heures du soir, au gué des Gawarinehs, à 12 kilomètres en amont de l'embouchure du Jourdain.

Sa température était de 22°, tandis que celle de l'air ambiant était de 25°.

| | | |
|---|---|---|
| Densité | = | 1,0010 |
| Résidu salin laissé par un litre | = | 0,873 |
| Eau | = | 999,127 |

Composition :

| | |
|---|---|
| Chlore | 0,425 |
| Acide sulfurique | 0,034 |
| Acide carbonique | traces |
| Soude | 0,229 |
| Chaux | 0,060 |
| Magnésie | 0,065 |
| Potasse | traces |
| Silice, alumine, fer | traces |
| Matière organique | traces |
| | 0,873 |

Cette analyse montre bien qu'à l'exception du brome dont on n'a pu y constater la pré-

(1) Dans cette dernière coupe les alluvions actuelles du Jourdain sont marquées par la lettre $a'$, tandis que les *marnes de la Liçan* sont désignées par la lettre *m*.

sence, les eaux de ce fleuve dont le volume doit égaler au moins celui de la masse déversée par tous les autres affluents réunis, contiennent les mêmes éléments salins que la mer Morte. Cela n'est pas étonnant, à cause du voisinage des anciens dépôts de la mer Morte, qui sont restés imprégnés d'une grande partie des sels que le lac renfermait déjà en si grande abondance lorsqu'ils ont été formés.

D'après des évaluations qui ne peuvent être naturellement bien rigoureuses, le Jourdain amenerait à certaines époques de l'année, à la mer Morte, pour y être évaporées, 6,500,000 tonnes d'eau par jour. Quoi qu'il en soit de la valeur précise de cette estimation, il n'en est pas moins certain que le débit du Jourdain est énorme à certaines époques et qu'il doit dépasser l'apport total des eaux douces que versent dans le lac les autres rares affluents.

Malgré la chaleur extrême qui règne au fond de cette dépression, on a grand peine à se figurer que cette masse d'eau charriée journellement par le Jourdain puisse être enlevée tout entière par le seul fait de l'évaporation puissante qui s'exerce à la surface du lac.

Aussi conçoit-on l'embarras des Arabes qui, ne pouvant se rendre compte de la disparition d'un aussi grand volume d'eau autrement que par l'intermédiaire d'une issue souterraine, ont eu tout naturellement recours à cette hypothèse, et dans l'ignorance où ils sont de la dépression du niveau de la mer Morte, se sont empressés d'admettre l'existence d'un canal de cette nature, qui conduirait l'excédant des eaux de la mer Morte dans une des mers voisines.

Ils n'ont fait en cela que reproduire l'erreur dans laquelle étaient tombés les anciens à l'égard de quelques autres lacs de l'Asie, erreur qui donna sans doute naissance à la tradition des gouffres de la mer Caspienne, et influa également sur l'opinion d'Eratosthène, relativement aux lacs de la région qui nous occupe.

Les masses d'eau douce que le Jourdain roule ainsi vers la mer Morte, surnagent, en raison de leur densité beaucoup plus faible que celle des eaux du lac, et se dirigent vers le sud, en donnant lieu à un courant dont le lieutenant Lynch avait reconnu l'existence et que notre compagnon de voyage, le lieutenant Vignes, a pu suivre jusqu'à la Liçan (c'est-à-dire jusqu'aux portions les plus méridionales de la mer Morte), où ce courant conserve encore une vitesse d'un demi-mille à l'heure.

Les phénomènes d'évaporation s'exercent donc principalement sur les eaux du Jourdain, et il faut que cette évaporation soit bien forte, puisque le professeur Zech, de Stuttgart, a calculé approximativement que, pour que l'eau transportée par le Jourdain soit absorbée par elle, il faut qu'il s'évapore journellement sur la surface de la mer Morte une couche

d'eau de 13 millimètres, chiffre énorme quand on le compare à ceux qui représentent l'intensité de ce phénomène dans nos contrées (1).

A son débouché dans le lac, le Jourdain accumule ses déjections, qui ont la forme d'une surface conique et restreignent considérablement les profondeurs près de l'embouchure, de telle sorte qu'il arrivera un moment où le fleuve aura aussi son delta qui prend déjà naissance sous les eaux. (Voir Pl. II, la *Carte géologique des bords de la mer Morte* où les profondeurs ont été raccordées et rendues plus manifestes par des teintes bleues qui croissent d'intensité avec la profondeur.)

Le waddy Zerka Maïn et le waddy Mojeb forment eux-mêmes de petits deltas en miniature sur lesquels poussent de nombreux arbrisseaux.

3° **Dépôts lacustres.** — Les dépôts lacustres les plus intéressants de la Palestine, sont incontestablement ceux qui sont formés de nos jours sous les eaux de la mer Morte.

Le Bahr el Houleh est une espèce de marécage sans intérêt. Quant au lac Tibériade, incessamment traversé par les eaux vives de l'Anti-Liban, ses eaux douces ne peuvent donner lieu à aucun phénomène de sédimentation remarquable. Ses plages seulement sont recouvertes d'un sable calcarifère parsemé de petits grains noirs qui ne sont autres que des fragments de roches basaltiques, lesquelles abondent dans son voisinage.

A son extrémité méridionale se trouvent d'anciens dépôts, analogues d'aspect aux marnes de la Liçan, sans éléments basaltiques et dont nous avons déjà parlé plus haut.

Nous n'insisterons pas davantage sur un marais d'eau salée situé dans l'Arabah entre le seuil d'el Saté et la mer Rouge. Nous avons vu que les calcaires de cette région sont généralement imprégnés de sel, et que la salure des rares sources de ce désert en résultait principalement. Toutes les eaux qui coulent sous les sables du waddy Akabah paraissent se réunir dans cet étang et y apporter les sels dont les dissolutions se concentrent sans cesse sous l'influence de l'évaporation.

Les croûtes salines et gypseuses qu'on rencontre dans les déserts de ces régions sont les dépôts qui résultent du dessèchement de pareils marais.

Ces phénomènes étant beaucoup mieux marqués à la mer Morte et leur étude devant faire l'objet de l'un des chapitres suivants, nous ne nous y arrêterons pas davantage ici.

Les dépôts formés de nos jours par la mer Morte ressemblent beaucoup à ceux qu'elle a

(1) Cependant, à Palerme et en Californie, l'évaporation enlève des couches d'eau de près de 8 millimètres d'épaisseur par jour.

déposés anciennement et que nous avons eu occasion d'étudier sous le nom de *marnes de la Liçan.*

Les traces d'exhaussement de la surface du lac, dans les temps modernes, sont insignifiantes : elles se bornent à quelques lignes de bois flotté qu'on observe sur les plages qui l'environnent, à une très-faible distance du rivage, et à l'existence d'une très-grande plage située au midi du lac et que les eaux envahissent encore dans leurs crues exceptionnelles.

Cette plage, connue sous le nom Sabkah (1) et dont la terre salée, détrempée pendant une grande partie de l'année, engloutit souvent les chevaux ou les hommes qui s'y aventurent sans précautions, se prolonge au sud jusqu'au débouché du waddy Jeib dans le Ghor et, sur tout cet espace, ne s'élève pas à plus d'une trentaine de mètres au-dessus de la mer Morte.

Elle a la forme d'une demi-lune, bordée qu'elle est au sud par une ligne arquée d'escarpements qui limitaient probablement son premier rivage, au commencement de l'ordre de choses actuel. Ce serait, en d'autres termes, le bord du lac après le changement climatérique qui a produit l'abaissement considérable de ses eaux, ou leur plus haute ascension, dans l'état de choses actuel.

Les eaux de la mer Morte n'envahissent plus aujourd'hui qu'une portion très-restreinte de cette plage, et elles y déposent des argiles salifères en tout semblables aux marnes de la Liçan.

Ce sont des dépôts de cette nature qu'on retrouve sur les bords du lac, un peu partout, principalement autour de la presqu'île de la Liçan, dont les petites falaises sont formées de dépôts plus anciens, ainsi que le long de la rive orientale du lac.

Enfin, la sonde rapporte du fond de la mer Morte des échantillons d'une argile bleuâtre renfermant de petits cristaux cubiques de sel et d'autres lenticulaires de gypse. Ce sont les dépôts qui se forment actuellement par 200 et 400 mètres de profondeur sous ses eaux.

Dans la partie méridionale, où la profondeur est très-faible, on ne retire qu'une vase salée.

Cette partie méridionale, connue sous le nom de *lagune*, est très-peu profonde, ainsi qu'on peut s'en rendre compte en jetant un regard sur la carte et la section verticale de la mer Morte, insérées dans la Pl. II.

Il suffirait que le niveau du lac s'abaissât de 7 à 8 mètres, ce qui ne correspondrait pas

(1) Ces noms de Sabkah ou Sebkahs sont pareillement usités en Afrique pour désigner les plaines vaseuses qui entourent les marécages salés ou chotts avec lesquels la mer Morte offre d'ailleurs tant d'analogies.

à un changement bien notable dans les conditions climatériques de la région, pour que le fond de cette lagune fût émergé. La mer Morte se terminerait alors au nord de la presqu'île de la Liçan, et l'on aurait une seconde sabkah d'une étendue à peu près pareille à la première, dont elle serait séparée au sud par un deuxième gradin demi-circulaire. C'est entre les deux limites marquées par les deux sabkahs que le niveau de la mer Morte a dû osciller dans l'époque actuelle. Aussi est-ce à la place de cette lagune, si peu profonde qu'elle est guéable en plusieurs endroits à certaines saisons, que l'on s'accorde à placer la vallée de Siddim, autrefois fertile, qui servait de champ de bataille aux rois de la Pentapole, et qui, selon la Genèse, devint la mer Salée.

Nous aurons à revenir sur ce point. Pour le moment, nous nous bornerons à faire remarquer qu'il suffirait d'un changement de climat, presque imperceptible pour les hommes, pour remettre, à cet égard, les choses dans l'état où elles étaient avant que la lagune (considérée comme la vallée de Siddim ou des bois) fût devenue, par un exhaussement très-faible du niveau de la mer Morte, une dépendance de ce lac. Peut-être même les déboisements que l'arrivée des peuples pasteurs et nomades a bien vite multipliés dans ces régions, les changements dans les modes d'irrigation et de culture, quelques éruptions volcaniques venant former dans le nord du bassin des coulées faisant obstacle à l'écoulement de quelque affluent; peut-être, disons-nous, l'une de ces petites causes aurait-elle suffi à produire l'exhaussement insignifiant du niveau des eaux du lac qui a amené la submersion de la lagune.

Ce dernier fait, s'il peut avoir eu, à d'autres points de vue, des conséquences fort importantes, n'est, pour celui auquel se place plus spécialement le géologue, qu'un accident tout à fait secondaire qui pourrait se produire un certain nombre de fois dans un siècle, sans que les habitants des pays environnants fussent le moins du monde impressionnés par des changements dans les conditions ambiantes.

Dans un lac sans issue comme la mer Morte, le niveau des eaux reflète constamment, et avec la plus grande sensibilité, le rapport de l'alimentation atmosphérique à l'évaporation; rapport essentiellement variable et sujet à de continuelles oscillations.

Après notre retour de la Palestine, l'abbé Morétain, curé de Beth-Saour, écrivit au duc de Luynes pour lui dire que la mer Morte avait envahi la Sabkah, s'avançant dans les terres, et que les Arabes, effrayés de ses progrès, nous accusaient d'être venus boucher l'issue souterraine par laquelle ils supposent que l'excédant des eaux du Jourdain se rend au *golfe Persique !*

Il suffit donc de bien petites variations dans les conditions d'irrigation du bassin ou

dans celles de l'évaporation pour amener des changements importants dans les limites méridionales du lac. Toutefois, nous avons des motifs de croire qu'à l'époque actuelle, ces limites sont restées comprises entre la Liçan et la portion méridionale de la Sabkah, ainsi que nous le disions plus haut.

Une des causes qui, d'ailleurs, tend sans cesse à réduire le domaine de la mer Morte dans sa portion méridionale, comme aussi à augmenter et à modifier les dépôts qui s'y forment, est l'apport continuel, par les vents du sud-ouest, des sables fins dont le désert de l'Arabah est en grand partie couvert. Nous en parlerons en traitant des dépôts atmosphériques, et nous verrons que ces alluvions, d'une origine aérienne, ont bien leur importance dans cette région, et qu'il faut en tenir compte dans l'explication des couches qui s'y déposent.

*Dépôts fontinaux.* — Les sources thermales, incrustantes et salines, laissent le plus souvent sur leurs bords des dépôts qui, pour n'avoir qu'une importance fort mimime en superficie, n'en offrent pas moins toujours un grand intérêt pour le géologue.

Ces sources profitent, en général, pour arriver à la surface du globe, de fractures ou de failles déterminées par les mouvements du sol, la sortie des roches éruptives et les phénomènes volcaniques dont elles sont le cortége habituel. Elles apportent souvent, des régions profondes, avec une température élevée qui les fait d'abord reconnaître, des éléments différents de ceux qui existent dans la composition des dépôts superficiels. De là, l'intérêt qu'offre l'étude de leur composition et de leurs dépôts. Cet intérêt est doublé, comme nous le verrons plus loin, dans le cas particulier du bassin de la mer Morte, par l'importance du rôle que ces sources paraissent avoir joué dans les phénomènes d'émanations salifères et bitumineuses, dont les eaux et les bords de ce lac ont conservé les traces.

Si l'on jette un regard sur la *Carte géologique des bords de la mer Morte*, insérée dans la Pl. II, et où ces sources et leurs dépôts sont indiquées par des couleurs spéciales, on sera frappé de leur nombre et de leur alignement remarquable le long de la faille principale du bassin de la mer Morte.

Ces sources du bord du lac renferment des chlorures, des sulfates et des carbonates de chaux, de soude et de potasse, c'est-à-dire les principales substances contenues dans les eaux de la mer Morte, à l'exception peut-être du brome, dont il eût été d'ailleurs assez difficile de reconnaître la présence dans le volume d'eau très-restreint des échantillons que nous en avons rapportés, et qui ont pu être analysés par M. Terreil.

Parmi ces sources, il y en a qu'on peut désigner sous le nom de sources thermales principales, en raison de leur haute température. Telles sont celles des environs de Tibériade; des bords du Nahr er Rameh, au nord-est de la mer Morte; de Callirhoé, sur les bords du Zerka-Maïn; de Zarah et du waddy Safieh, à l'est du lac; enfin, du waddy Um-Bagheg sur son rivage occidental.

Les sources de Hammam (Emmaüs), près de Tibériade, ont 62° centigrades et sortent d'un calcaire bitumineux brun, semblable à celui de la mer Morte. Elles dégagent de l'hydrogène sulfuré et laissent un dépôt jaunâtre de soufre, mêlé à des carbonates de chaux et de magnésie.

La source chaude de er Rameh (Hammam), près du Nahr er Rameh, au nord-est de la mer Morte, donne lieu à des dépôts de tuf concrétionné, qui forment de petites buttes autour de son point d'émergence.

La source de Callirhoé donne sa haute température aux eaux du waddy Zerka-Maïn, à l'embouchure duquel on voit, sur la hauteur, quelques dépôts d'incrustation cimentant une brèche à éléments basaltiques. Cette eau chaude (31°), blanche et laiteuse, du waddy Zerka Maïn indique bien le voisinage d'une source thermale.

C'est près des sources de Callirhoé que Josèphe a signalé l'existence du soufre et de l'alun. Ces eaux chaudes, que fréquentait Hérode vers la fin de sa vie à cause de leurs vertus médicales, sont sans doute la cause de l'aspect laiteux des eaux du Zerka-Maïn, qui semble résulter d'un précipité de soufre conformément à ce qui se passe à l'arrivée à l'air des eaux sufureuses (1).

Les sources thermales de Zara émergent à la surface d'une petite plaine située un peu au sud de l'embouchure du waddy Zerka-Maïn, et dont le sol est presque entièrement constitué par des calcaires incrustants reposant sur le grès de Nubie. (Voir, Pl. II, la Carte et la Vue géologique du rivage oriental de la mer Morte; et Pl. III, la Vue plus détaillée des falaises orientales de la mer Morte, près de l'embouchure du waddy Zerka-Maïn et de la plaine de Zara.)

C'est un véritable petit district de sources chaudes dont certaines atteignent une température de 43°; d'autres n'ont que 40°. Elles se font jour, çà et là, au milieu des dépôts fort puissants d'incrustation qu'elles ont accumulés à la longue sur ce plateau.

Sur cette terrasse de Zara, presque entièrement couverte de ces dépôts, les Arabes cultivent du blé et du maïs. Les palmiers apparaissent dans les endroits où le grès de Nubie est à découvert.

(1) L'examen d'un tube d'eau que nous avions puisé au Zerka-Maïn n'a pourtant révélé aucune trace de soufre.

Dans le voisinage des sources chaudes croissent des roseaux et des arbres. Parmi les ruines qu'on y rencontre on trouve des tronçons de colonnes qui paraissent appartenir à l'époque romaine. Ils ont été taillés dans le calcaire incrustant lui-même et sont déjà en partie engagés sous les nouveaux dépôts d'incrustation qui se sont effectués depuis. Ils ne tarderont pas à s'y trouver enfouis complétement.

Ces mamelons d'incrustations ont une quarantaine de mètres d'altitude au-dessus de la mer Morte, recouvrant et masquant les grès de Nubie, ce qui fait qu'on ne peut évaluer, même approximativement, leur épaisseur, qui doit être très-considérable.

Nous venons de voir que ce dépôt hydrothermal, le plus important de ceux des bords de la mer Morte, annonce que ces sources étaient en activité dès l'époque romaine et bien avant celle où furent construits les édifices dont on y trouve les débris (débris de colonnes, de chapiteaux, de murs ou fragments de poteries, verres, etc.), puisque c'est dans le tuf incrustant, déjà déposé par elles, que furent pris les matériaux de ces constructions. Depuis, le dépôt n'a pas cessé de se former, comme le prouve le tuf formé autour de ces vestiges.

Compris entre deux coulées importantes de basalte, cé plateau de Zara est certainement de tous les rivages de la mer Morte le point où s'est exercée, avec le plus de puissance, l'action des phénomènes souterrains.

Le commandant Mansell indique sur sa carte une source chaude au waddy Beni-Hamed, près de la Liçan. Nous n'avons pas visité ce waddy.

Plusieurs voyageurs ont signalé une autre source thermale dans le voisinage du basalte du waddy Safieh ; observation que nous n'avons pas pu contrôler davantage, mais qui a pour elle toutes les apparences de l'exactitude.

Le travertin compacte, celluleux, jaunâtre et rougeâtre, englobant des Mélanopsides, que l'on trouve associé à la coulée qui s'épanche à l'extrémité nord-est de la mer Morte, près du waddy Ghuwier, et pénètre sous les eaux du lac, ce travertin semble avoir aussi une origine hydrothermale.

Il en est probablement de même des tufs d'incrustation qu'on rencontre près de Schihan, sur les bords du waddy Mojib. (Voir notre carte, Pl. II, et la coupe 6, Pl. V.)

Sur le rivage occidental de la mer Morte il existe de nombreuses traces d'anciennes sources. Des dépôts d'aragonite et divers autres produits salins paraissent également révéler l'existence d'anciennes sources thermales.

Les dépôts de calcaire concrétionné fibreux, qui tapissent les calcaires des falaises d'Aïn-Ghuweir (voyez, Pl. III, les deux premières vues des falaises occidentales de la mer Morte) et les dépôts brunâtres concrétionnés du waddy Hatrura, qui paraissent, en certains points, im-

prégnés de matières bitumineuses, sont les plus remarquables de ces anciens produits hydrothermaux.

Indépendamment des sources chaudes, il y a les sources que nous appellerons tièdes, parce que, tout en dépassant un peu la température moyenne, elles n'ont pas cependant une température assez élevée pour qu'on puisse les classer parmi les sources thermales.

La source d'Aïn-Musa (voyez Pl. V, *fig.* 2) et celle d'Aïn-Suweimeh (27°) (Pl. II), au nord-est de la mer Morte, sont dans ce cas, ainsi que celles d'Aïn-Feschkah, d'Aïn-Turabeh, d'Aïn-Jidy, sur le rivage occidental du lac.

Nous avons vu dans la coupe d'Aïn-Jidy (Pl. V, *fig.* 3 et p. 78) que les escarpements, qui séparent de la plage la plate-forme sur laquelle émerge la source actuelle, sont couverts de travertins qui ont incrusté des végétaux et comblé en partie de petits bassins artificiels, construits pour recueillir leurs eaux. Il fallait que cette source fût plus abondante et plus calcarifère à cette époque que de nos jours.

La source d'Aïn-Jidy (Ras el Aïn) se trouve assez élevée au-dessus de la plage. Pour l'atteindre, on monte d'abord à travers des blocs dolomitiques et des dépôts de calcaires concrétionnés qui aboutissent à un ancien bassin ruiné où venaient se déverser les eaux de la source incrustante, dont le trajet se trouve marqué par de petits mamelons de calcaire concrétionné, percés d'une multitude de cavités tubulaires, reproduisant intérieurement le moulage externe des plantes et arbustes vivant sur les bords de la source.

En montant encore, on arrive à un deuxième bassin, à la suite duquel on retrouve les mêmes calcaires concrétionnés. On arrive enfin bientôt à un plateau situé au-dessus des assises dolomitiques de la falaise. Là, au milieu d'une petite oasis, où l'on retrouve l'*Asclepia gigantea* (le fameux pommier de Sodome) (1), on voit sourdre, à la base des calcaires marneux crétacés à *Ostrea Mermeti*, la source tiède de Ras el Aïn (27°), qui émerge au milieu de blocs dolomitiques.

Au sud du même rivage occidental de la mer Morte, entre le waddy Hatrura, dont nous venons de parler, et le waddy Zuveirah, se trouvent des sources chaudes et incrustantes.

Les sources chaudes ou plutôt tièdes (28°) qui sont indiquées sur la carte (Pl. II) émergent presque au niveau de la mer; aussi sont-elles très-salées, plus que l'eau de mer ordinaire, moins que celle de la mer Morte. Il y vit cependant des petits poissons (*Cyprinodon Moseas*, *Cyprinodon Hammonis*) que nous avons vus périr subitement dès que nous les transportions dans l'eau du lac voisin.

(1) Voir dans l'Atlas photographique la planche 27, où se trouve reproduite une vue de ce petit oasis d'Aïn-Jidy, au centre de laquelle on voit un bel *asclepia*.

Ces eaux exhalent une odeur sulfureuse, due sans doute à la réduction des sulfates, qu'elle tient en dissolution par les plantes en décomposition qui croissent sur ses bords. Leur densité est considérable : elle atteint 1 030.

Non loin de là, au Kalat um Bagheg, se trouvent deux bassins actuellement desséchés et remplis de Mélanopsides et de Mélanies (les mêmes qui vivent dans le bassin d'Aïn-Suweimeh et dans les principales sources de la contrée). Tout près se trouve un aqueduc, composé de pierres ajoutées bout à bout et creusées chacune d'une cannelure longitudinale ; cet acqueduc est incrusté de matières ferrugineuses et calcaires. Il conduit à un petit mamelon d'un rouge sombre, couvert de roseaux et entièrement formé par ce tuf incrustant. Il n'y avait pas d'eau dans l'emplacement de cette source lorsque nous l'avons visitée, bien que nous fussions alors au mois de mars.

Une autre catégorie de sources qui mérite de fixer notre attention est celle des sources sulfureuses accidentelles, qui sont en même temps plus ou moins salées. Ces sources, parmi lesquelles on pourrait comprendre celles d'Aïn-Feschkah et d'Aïn-Ghuweir, sont surtout fréquentes au sud de la mer Morte, sur les bords de la Sabkah et dans l'Arabah. Elles exhalent une odeur assez forte d'hydrogène sulfuré qui en rend l'eau fort désagréable à boire.

Les sources d'Aïn-Weibeh, d'Aïn-Ghuwireh et d'Aïn-Meliheh, le long du waddy Jeib, dans l'Arabah, jouissent de ces propriétés comme celles que l'on trouve près du débouché de ce waddy dans la Sabkah.

Il est à remarquer que ces sources se trouvent toujours au milieu de dépôts salifères et gypsifères et qu'elles sont entourées de plantes et d'arbustes qui, en se décomposant sur place, donnent lieu à une vase noirâtre d'où semble surtout provenir cette odeur fétide. On doit naturellement penser, d'après cela, que ce dégagement d'hydrogène sulfuré provient de la réduction du sulfate de chaux au contact de matières organiques en décomposition dont nous venons de parler.

Il y a également dans le waddy Akabah quelques sources du même genre. Les dépôts de ces sources consistent en croûtes, plus ou moins solides, formées du sable fin et mouvant du désert, cimenté par des substances salines qu'elles tiennent en dissolution et laissent déposer dans les interstices du sable en s'évaporant.

C'est à un phénomène analogue qu'on doit attribuer la formation de ces croûtes salines et gypseuses qu'on trouve au milieu des sables du désert de l'Arabah. Elles craquent sous les pieds des chevaux lorsqu'elles sont peu épaisses ; dans le cas contraire, ce sable, rendu

cohérent par un ciment salin, forme un sol ferme qui délasse chevaux et voyageurs fatigués d'une marche pénible au milieu des sables mouvants.

*Dépôts atmosphériques.* — L'atmosphère qui nous environne contribue comme l'eau à la formation de nouveaux terrains. Les calcaires crétacés et tertiaires sont tous plus ou moins imprégnés de matières salines. Ils s'effleurissent, se délitent et se divisent en petites parcelles qui, s'accumulant au pied des escarpements, sont entraînés par les eaux pluviales et facilitent la formation de nouveaux dépôts.

Les vents s'emparent des sables légers arrachés, par la désagrégation, aux grès de Nubie et les chassent sans cesse dans la direction de leurs courants dominants. Ils opèrent ainsi une sorte de triage mécanique comparable à celui de l'eau, et transportent de plus en plus loin les éléments, de plus en plus ténus, de ces arènes.

La Palestine commence, dans sa portion méridionale, à être envahie par ce sable léger, qui s'accroche à toutes les aspérités et se dépose parfois à une assez grande hauteur sur les plus petits méplats.

Nous avons éprouvé, à plusieurs reprises, comme tous les voyageurs qui ont parcouru ces régions, les effets du vent chaud et son action singulière sur l'organisme de l'homme et des animaux. Je fus obligé de porter un jour sur ma selle un pauvre chien que nous avions avec nous et que le Hamzin (c'est le nom que les Arabes donnent à ce vent) avait tellement éprouvé, qu'il ne pouvait plus continuer et râlait comme s'il allait mourir. Les Bédouins, d'ailleurs, dès qu'ils sentent venir ce Hamzin, rabattent leurs *couffiès* (1) devant leur visage et particulièrement devant les orifices respiratoires, le disposant comme font les Touaregs du Sahara.

Nous ne savons à quelles propriétés spéciales on doit attribuer l'accablement subit, le desséchement et le malaise tout spécial que ce vent procure. Nous serions toutefois porté à croire que son action principale et les sensations particulières qu'il donne sont dues à ce qu'il tient en suspension des granules microscopiques de sable chaud qui viennent pénétrer dans tous les orifices du corps et même dans les pores de la peau. Cette croyance, qui nous était venue la première fois que nous avons éprouvé les effets de ce vent chaud, s'est trouvée confirmée, quelque temps après, par le fait suivant :

Nous trouvant sur les hauteurs qui dominent le Ghor (2) un jour que le Hamzin soufflait, nous avons vu comme un nuage rougeâtre s'étendre peu à peu dans le fond de la

(1) Pièce d'étoffe qui leur recouvre la tête et retombe sur les épaules.
(2) C'est-à-dire la vallée du Jourdain et de la mer Morte.

vallée. Il gagnait lentement, coulant, pour ainsi dire, dans les bas-fonds, comme si la densité en était plus grande que celle des autres couches d'air.

Nous pensions que sa couleur rouge et le bas niveau de cette partie du courant résultaient des grains microscopiques de quartz rougeâtre (1) qu'elle transportait.

Lors de notre retour dans le Ghor, nous examinâmes avec soin les anfractuosités des rochers, et bien qu'au premier abord il n'y eût aucun dépôt bien marqué, il suffisait cependant de souffler pour en soulever un petit nuage de poussière.

Dans l'Arabah, les sables mouvants couvrent une partie de la vallée septentrionale, bien que le seuil d'El Saté, élevé de 120 mètres au-dessus du niveau de la mer Rouge, leur barre le chemin.

Refoulés qu'ils sont sans cesse vers le nord par les courants dominants du sud-ouest, ils s'accumulent au pied de ce seuil et rendent, dans cette portion de l'Idumée, la marche des chevaux très-difficile.

C'est une fatigue à laquelle viennent se joindre, pour l'homme, les images décevantes d'un mirage qui offre toujours aux regards un lac qu'on voit fuir sans cesse devant soi.

Dans la portion méridionale du waddy Akaba et jusqu'au golfe d'Akaba, sur la mer Rouge, les sables sont généralement agglutinés et rendus cohérents par des matières salines qui les imprègnent.

Dans une petite oasis, voisine d'un marais salé, on voit les palmiers enfoncés dans le sol jusqu'à une très-grande hauteur, ce qui montre que l'épaisseur de ce linceul de sable s'accroît sans cesse, grâce aux vents régnants et à la sécheresse extrême du pays.

Au-dessous de cette couche arénacée se trouvent des nappes souterraines d'eau saumâtre qu'elle protége contre l'évaporation.

Les chevaux sentent de loin la présence de l'eau. Ils hennissent tout d'un coup et, entraînant leurs cavaliers, convergent vers le même point. Alors les Arabes creusent le sable avec leurs mains jusqu'à ce qu'ils aient atteint une vase noirâtre répandant une odeur sulfureuse et d'où l'eau découle, d'abord fétide et trouble. Au bout d'un certain temps la cavité s'emplit d'une eau plus claire, mais toujours saumâtre et sulfureuse.

Dans l'énumération des terrains en voie de formation nous ne saurions oublier la terre végétale et l'humus, devenus si rares dans la plupart des régions qui nous occupent, où semble avoir régné autrefois une fertilité relative.

Il paraît en effet qu'il y aurait eu dans l'activité de la végétation, depuis les premiers

(1) Les sables du désert sont composés de grains de quartz auxquels un enduit ferrugineux superficiel donne presque toujours une couleur fauve jaune rougeâtre.

temps de la période historique, une diminution qu'on a cherché à mettre, à l'exemple de Schaw, sur le compte d'un changement de climat.

M. Forbes a cherché à élucider cette question, et il est arrivé aux conclusions suivantes :

Quand on considère les conditions de chaleur qui sont nécessaires au développement et à la maturité des dattiers, autrefois cultivés en Palestine, comme le prouve l'Écriture, et qu'on les compare à la moyenne thermométrique actuelle de ce pays, on voit d'abord que le climat n'a pu être anciennement plus froid que de nos jours. D'autre part, quand on recherche les conditions de température qui conviennent au développement de la vigne, on s'aperçoit que le même climat n'a pas dû être autrefois plus chaud. D'où il suit que le climat de la Palestine n'a pas dû changer depuis les temps historiques (1).

Il semble, d'après cela, que l'on devrait attribuer au déboisement, ainsi qu'aux dévastations des hordes nomades et des troupeaux, les changements qui paraissent s'être introduits dans la production de la végétation.

Ces influences menacent, en effet, de transformer en déserts arides des contrées qui semblaient devoir être assez productives.

Sur les territoires occupés par les Bédouins, il ne reste plus guère de forêts que dans les montagnes d'Adjloun, et dans ces régions, sans culture aujourd'hui, on voit de nombreuses preuves des soins que l'on prenait autrefois pour retenir les terres et les faire fructifier.

Cependant il est bien possible qu'à ces causes, dépendant de l'homme, soit venue s'adjoindre une légère modification dans l'état climatologique du pays, changement qui peut n'avoir pas modifié sensiblement les extrêmes de température et avoir simplement porté sur l'état hygrométrique des vents qui alimentent la Palestine.

Ce changement aurait ainsi pu contribuer à diminuer la fertilité de cette région.

Nous avons vu que des modifications bien plus considérables du climat avaient dû se produire à la fin de l'époque quaternaire, comme le prouvent les alluvions anciennes et les hauts niveaux de la mer Morte.

Nous retrouvons à l'époque actuelle, mais sur une échelle incomparablement plus minime, des indications du même genre, sur lesquelles nous avons déjà donné notre opinion et dont nous discuterons encore, dans la suite, la valeur.

Quoi qu'il en soit, il nous paraît que c'est surtout à l'homme, et en particulier aux hordes nomades qui peuplent ces régions, qu'il faut attribuer la perte de l'humus sur les plateaux et sur les pentes, comme aussi l'abandon des irrigations qui auraient pu conserver aux plaines un reste de fertilité.

(1) *Proceed. of the Roy. Soc. of Edinburgh* (t. IV, 1861-62, p. 511).

## CHAPITRE XI.

### VESTIGES DES TEMPS PRÉHISTORIQUES EN SYRIE ET EN PALESTINE.

---

Il y a quelques années, l'étude générale de la géologie de la Palestine aurait dû se borner là et laisser ensuite le champ libre à l'archéologie ainsi qu'à l'histoire. Mais, on le sait, de récentes et merveilleuses découvertes, faites principalement en Europe et plus particulièrement en France, nous ont révélé l'existence, à des époques reculées qui échappent à nos plus anciennes traditions, de peuplades sauvages, vivant sur notre sol côte à côte avec des animaux aujourd'hui disparus ou émigrés dans d'autres climats.

Ces peuples primitifs ont laissé de leur passage des traces bien différentes de celles que les archéologues ont coutume d'interpréter.

On n'a plus pour les faire revivre la ressource des inscriptions, des traditions même les plus vagues, des médailles ou des armes de formes classiques. Ils n'ont laissé que des instruments grossiers d'os ou de pierre, ignorants qu'ils étaient de l'art de fondre les métaux, et c'est au milieu de dépôts incontestablement classés par les géologues comme appartenant à une époque antérieure à la nôtre, la période quaternaire, qu'on les rencontre souvent, comme, par exemple, à Saint-Acheul, près d'Amiens, aux environs mêmes de Paris, en Espagne et en Angleterre, et dans d'autres pays encore.

Il est donc bien naturel que des évidences d'antiquité, puisées dans la nature des dépôts qui renferment ces vestiges ainsi que dans leur association à des ossements fossiles appartenant à des animaux d'espèces perdues, aient longtemps échappé à l'attention des archéologues. Ils sont en effet accoutumés à procéder par des méthodes bien différentes de celles qu'il faut employer pour reconnaître leur ancienneté relative, et l'on comprend, jusqu'à un certain point, la prévention mal déguisée d'un certain nombre de ces savants.

qui n'ont vu qu'avec déplaisir s'inaugurer à côté d'eux un genre de recherches où leur grande érudition n'avait plus à s'appliquer et devenait à peu près inutile.

C'est aux géologues et aux paléontologistes, comme on sait, qu'il était réservé de compléter en cela l'histoire de l'homme en reportant son origine bien haut dans le passé, et de combler ainsi, par la restitution de ces premiers âges de l'humanité et du monde actuel, la lacune qui séparait la géologie de l'histoire.

Les révélations qu'ont amenées leurs découvertes dans les restes d'habitation que recélaient les cavernes ont étonné ou contrarié les uns, passionné et stimulé les autres, et donné lieu, en somme, à un grand mouvement de recherches qui s'est traduit, en fort peu de temps, par l'éclosion presque simultanée de milliers de publications enregistrant des faits confirmatifs de cette haute antiquité de l'homme.

Ainsi a été créée, pour la succession des races humaines primitives échappant à nos traditions, une chronologie basée, comme celle des événements géologiques, sur le changement des formes animales qui se sont succédé à la surface de notre sol. A la place des dynasties régnantes, qui ne laissaient point leurs médailles, on a pris les familles animales que ces époques ont vues s'éteindre successivement; et l'on pourrait dire à ce point de vue que la méthode est assez semblable à celle de l'archéologie; le mode d'interprétation des documents est seulement fort différent.

A cette jeune science qui grandissait ainsi sous les regards sévères et chagrins de ses aînées, on a donné le nom d'*archéologie préhistorique*, titre indiquant assez sa déférence pour l'*archéologie*, qui ne l'en a pas mieux accueillie pour cela.

Nous préférerions, ainsi que nous l'avons déjà exposé ailleurs, la rattacher, en raison de son origine et de ses méthodes de recherches, à la *paléontologie*, sa véritable mère. Nous avons proposé pour elle le nom de *Paléo-anthropologie*, qu'on trouvera, il est vrai, un peu long, mais qui aurait l'avantage de compléter les branches de cette *science des êtres anciens* pour lesquelles on a adopté déjà, en ce qui concerne les animaux et les végétaux, les termes de *paléozoologie* et de *paléophytologie*, ce dernier tout aussi long que celui que nous avons proposé pour la branche qui s'applique à l'homme.

Avec ce titre de *Paléo-anthropologie*, il ne serait plus possible d'étendre, comme on l'a trop fait dans ces derniers temps, le champ des temps préhistoriques jusqu'à des peuplades au sujet desquelles il y a contestation, et que les archéologues réclament justement, tandis que la géologie n'a plus à s'appliquer à leur étude.

Ces populations sont préhistoriques, au moins jusqu'à présent et pour nos régions, puisque nos traditions ne remontent pas jusqu'à elles; mais elles ne vivent plus avec les

animaux perdus ou émigrés; en un mot, elles n'appartiennent plus au passé géologique de la terre, puisque les conditions physiques et biologiques n'ont pas changé depuis qu'elles existaient : car nous vivons encore au milieu des mêmes animaux qui les entouraient et dont quelques-uns étaient déjà domestiqués à leur époque.

C'est donc seulement dans les limites que nous venons d'indiquer et que nous semble comporter ce titre, que le géologue peut être autorisé à s'occuper des races primitives dont on retrouve les vestiges dans les alluvions anciennes ou au fond des cavernes.

Nous devrions ainsi, pour être conséquent avec ce que nous venons de dire, nous borner à rendre compte de nos découvertes dans les grottes du Nahr-el-Kelb, en Syrie, le seul gisement de ce genre qui ait jusqu'ici été signalé, à notre connaissance, dans ces régions de l'Orient.

Quant à l'étude des monuments mégalithiques de la Palestine (dolmens, menhirs, etc.), il était naturel de penser que le duc de Luynes se réserverait de la traiter lui-même avec l'autorité qui lui appartenait. C'était d'ailleurs une introduction bien naturelle à ses importantes recherches sur les premières époques bibliques, et nul ne doute que si la mort ne l'eût empêché de les achever, nous y aurions trouvé, à propos des dolmens, qui l'avaient tant occupé, une discussion approfondie dont celle qui figure à son appendice sous le titre de *Hebron* peut donner une idée.

En l'absence de cette discussion, nous ne pouvons avoir la prétention de nous essayer à combler même une partie de la lacune qu'elle laisse. Nous prendrons seulement la liberté, à la fin de ce chapitre, d'ajouter aux quelques mots que le duc de Luynes a dits de ces mégalithes, au courant de sa relation de voyage, certains renseignements complémentaires qui ne peuvent être omis dans le rapport de cette expédition. Si nous sommes, en cela, entraîné à dépasser le champ d'investigation permis au géologue et à enfreindre, pour cette fois, les règles que nous nous étions proposé de suivre, on nous le pardonnera en raison de l'intérêt tout exceptionnel qu'offre, dans un pareil pays, la rencontre de monuments que l'on considérait, jusqu'à ces derniers temps, comme d'origine celtique.

Nous commencerons d'abord par décrire les vestiges les plus anciens de l'habitation de l'homme en Syrie, vestiges que nous avons découverts, dès le début de l'expédition, sur les bords du Nahr-el-Kelb (ancien Lycus), dans le Liban, et au nord-est de Beyrouth.

On avait depuis longtemps signalé l'existence, en Syrie, de plusieurs cavernes à ossements. Le docteur Hedenborg en avait observé une à la source de la rivière de Ent-Elias.

Botta en avait vu d'autres sur la route de Tripoli, ainsi qu'aux sources du Nahr-el-Kelb, l'ancien Lycus (1).

Mais, à l'époque où ces deux savants observateurs ont visité ces cavernes, leur attention ne s'était pas portée sur les vestiges que l'on pouvait y rencontrer d'une industrie humaine se rattachant à l'habitation de ces cavités naturelles par l'homme, à des époques fort reculées.

Aujourd'hui que la plupart de nos grottes européennes ont fourni, avec une si curieuse uniformité, des instruments de pierres taillées associés à des ossements d'animaux actuellement perdus, il n'était pas sans intérêt d'étendre le champ de pareilles investigations à des pays un peu lointains. On avait, en outre le droit de supposer qu'en Orient, où une civilisation plus précoce que la nôtre a dû amener plus tôt la substitution des métaux à la pierre taillée, des découvertes du genre de celles dont nous venons de parler devraient correspondre à une industrie encore plus ancienne et offriraient, par cela même, un intérêt plus grand.

On comprendra ainsi pourquoi, lors de notre arrivée à Beyrouth, vers la fin du mois de février de l'année 1864, nous désirions vivement visiter, dans ce but spécial, les cavernes du Nahr-el-Kelb. Botta y avait en effet signalé la présence d'un banc considérable formé de galets enveloppés dans une espèce de ciment calcaire et recouvert par des incrustations de la même nature renfermant des ossements de ruminants, de chèvres et de nombreux coquillages, les uns terrestres (*Helix*), les autres marins (*Turbo*, etc.), enfin des fragments de poteries.

A l'époque où il écrivait, on n'avait pas encore soulevé la question de *l'homme fossile*, et il pouvait, par conséquent, avoir négligé de rechercher les débris d'industrie humaine que semblait promettre ce gisement.

Le duc de Luynes, frappé de l'intérêt de ces recherches, n'hésita pas à ajouter l'excursion du Nahr-el-Kelb à son programme, et nous pûmes ainsi faire une découverte des plus importantes, dont les principaux résultats furent communiqués, le 21 mars 1866, à l'Académie des sciences (2) : nous voulons parler de la trouvaille de silex taillés suivant les mêmes

(1) *Observations sur le Liban et l'Anti-Liban* (*Mém. de la Société géologique de France*, 1re série, t. I, p. 135).

(2) *Comptes rendus*. — Séance du 21 mars 1864. Nous n'avions eu aucunement, en cela, l'intention de prendre date pour garantir notre priorité dans cette découverte, que nous avions aussitôt communiquée, à Beyrouth, aux personnes instruites qui pouvaient s'y intéresser (MM. Cabouli-Pacha, Perretie, etc.). Elle fut ainsi connue de certains voyageurs qui nous succédèrent dans cette région, et nous avons reconnu depuis que c'est toujours une bonne précaution à prendre que d'envoyer à l'Institut communication d'une découverte aussitôt qu'elle est faite ou tout au moins ébruitée.

règles que dans les stations humaines de l'*âge du Renne* de notre Périgord et de l'Aquitaine. en un point très-voisin du Nahr-el-Kelb.

Cette découverte fut faite dans les conditions suivantes :

Le 24 février 1864, nous quittions Beyrouth en longeant la plage sablonneuse qui s'étend au nord-est de cette ville jusqu'aux approches du Nahr-el-Kelb ou *fleuve du Chien* (1), que l'on n'atteint qu'après avoir franchi un barrage calcaire, par une ancienne voie taillée dans ces couches et célèbre par les inscriptions dont la roche est couverte.

Le Nahr-el-Kelb coule au fond d'une entaille sinueuse et profonde et réunit les eaux de plusieurs torrents qui descendent des flancs occidentaux du Jebel-Jannine, l'un des sommets les plus élevés de la chaîne du Liban. Il reçoit, en outre, à quelques kilomètres en amont et à l'est du point où on le traverse pour la première fois, les masses d'eau qui débouchent des grottes situées sur les bords de cette rivière, à peu près vers la moitié de son parcours.

Pour arriver à ces grottes, on suit un chemin pénible et fatigant, mais, en revanche, fort instructif pour le géologue, qui passe successivement en revue les principaux terrains du Liban dont Botta a si fidèlement décrit toutes les assises.

C'est au milieu des calcaires compactes inférieurs, dont la partie supérieure renferme de grandes natices, des nérinées, ainsi que des polypiers (2), que sont creusées les grottes, auxquelles on arrive enfin par une descente roide et difficile.

De ces cavernes s'échappent des masses d'eau assez considérables, et cette circonstance venait se joindre à leur proximité du lit actuel de la rivière pour en rendre l'habitation incommode (3). Aussi devions-nous chercher ailleurs un site plus favorable à l'établissement d'une station humaine, et bientôt après le hasard nous faisait découvrir une plate-forme située au-dessus des grottes et réunissant, à cet égard, les conditions désirées.

Cette plate-forme, qui d'ailleurs ne paraît pas correspondre au gisement indiqué par Botta, se trouvait en effet garantie des vents du nord par un rocher coupé verticalement vers le sud-est. Ce rocher a dû même autrefois, si l'on en juge par les blocs éboulés qui gisent sur le sol, constituer un *abri* du genre de ceux sous lesquels on rencontre tant de débris de l'industrie humaine en France.

Le sol de cette plate-forme était couvert d'éclats de silex parmi lesquels nous pûmes recueillir tout d'abord plusieurs *couteaux* et *grattoirs* taillés suivant les mêmes règles et

(1) Ancien Lycus.

(2) Nous avons déjà parlé de ces calcaires, chap. IV, p. 51.

(3) On aura une idée de la vallée du Nahr-el-Kelb par les Pl. I et III de l'*Atlas des vues photographiques*, et la Pl. II montrera l'aspect de la grotte inférieure dont nous venons de parler. Voyez aussi la Pl. IV.

probablement destinés aux mêmes usages que ceux que l'on rencontre en si grande abondance dans nos contrées. Nous descendîmes en toute hâte pour porter à nos compagnons la nouvelle de cette découverte, et peu de temps après les fouilles commençaient sous la direction du duc de Luynes.

On ne tarda pas à découvrir, mêlés aux silex taillés, dans un terreau noir, des ossements de ruminants, brisés et souvent même calcinés.

Il restait à vérifier s'il n'existait pas, dans le voisinage de cet endroit, de station encore plus importante, et c'est pendant que nous nous livrions à ces recherches que l'on nous montra, à une centaine de pas en amont et plus bas que la plate-forme, l'entrée d'une nouvelle caverne en grande partie masquée par de gros blocs de calcaire. Contrairement à notre désir, il nous fut impossible d'y pénétrer bien avant, même avec l'aide des Arabes. Nous entendions au-dessous de nous gronder, dans l'obscurité, le torrent qui va déboucher par les cavernes inférieures, ce qui nous fit penser alors que nous nous trouvions dans la grotte supérieure, mentionnée par Botta, et qu'il dit communiquer par un couloir latéral avec les premières cavernes. Ce site n'offrant que des conditions peu avantageuses pour l'habitation, nous remontions de nouveau à la plate-forme quand un de nos travailleurs appela notre attention sur un endroit situé à cinq ou six mètres au-dessous de ce dernier point. Nous montrant alors des blocs de pierre gisant sur le sol, il nous dit que quatre cents francs de poudre avaient été employés par les Arabes à exploiter cette roche, à l'effet d'y découvrir un trésor (1). En examinant de près ces pierres, nous reconnûmes que c'était une brèche calcaire assez consistante, empâtant des silex taillés ainsi que des ossements dont plusieurs étaient cassés et paraissaient avoir subi l'action du feu. C'était, en un mot, le terrain de la plate-forme endurci par un ciment calcaire. Cette même brèche se rencontre en place à quelques pieds de là, plaquée au rocher, comme si elle eût rempli une fente et se fût ainsi formée par l'entraînement des matériaux qui constituent le sol de la plate-forme. Ce dernier point était sans doute la véritable station des hommes dont ces restes révèlent l'industrie primitive.

Nous avons fait figurer dans la Pl. VII quelques-uns des instruments en silex qui proviennent de cette station humaine, et dont une partie se rapporte au type dit *grattoir* (Pl. VI, *fig.* 1, 2, 3), tandis que le reste doit rentrer dans le type plus commun dit *couteau* (*fig.* 4, 5, 6, 7).

(1) D'après la traduction du Kawas qui nous servait d'interprète. Évidemment, il faut traduire encore ce récit à l'européenne, en le dépouillant de l'exagération orientale. Il nous paraît que quatre francs de poudre auraient suffi amplement à produire l'effet soumis à notre observation par ce guide un peu trop enthousiaste.

Quant aux ossements de ruminants qui leur sont associés, voici les noms des animaux que mon père avait reconnus après un examen attentif.

Le *Daim* (*C. Dama*) est parfaitement reconnaissable par un fragment de mâchoire (*fig.* 12, 13), plusieurs molaires et des extrémités articulaires d'os longs, humérus, tibia, etc.

Deux autres dents molaires restées incomplètes par fracture ancienne appartiennent évidemment à des ruminants cavicornes. L'une de ces dents molaires supérieures, dont le lobe antérieur est fracturé, est indubitablement rapportable à un animal du genre *Capra*. Ses dimensions se trouvent en rapport (*fig.* 8) avec celles de nos grandes chèvres ou bouquetins.

L'autre dent (*fig.* 10, 11), qui est une molaire inférieure également incomplète, présente un assemblage de caractères que l'on ne trouve aussi nettement accentués que dans le *nil-gau* ou vache bleue de l'Inde et du Thibet et aussi dans une chèvre sauvage de l'île de Crète ; c'est d'avoir, en avant du lobe antéro-externe, un repli épais d'émail sur toute la hauteur du fût et, en même temps, entre les deux lobes, une colonnette complétement détachée et remontant jusqu'au niveau de la table coronale de la dent. Cette molaire, de volume bien moindre que son homologue dans le nil-gau, se rapprocherait davantage de la dimension de celle d'une chèvre sauvage de Crète dont la tête se trouve au cabinet d'anatomie comparée du Muséum.

Enfin, un troisième fragment de molaire inférieure (*fig.* 9) semblerait rapportable à une antilope de petite taille. Il est d'ailleurs insuffisant pour servir à aucune identification spécifique (1).

Ces trois mammifères, dont les restes ont été ainsi trouvés en Syrie associés à des silex taillés et sans mélange observé de pierres polies ni de métaux, ne paraissent cependant pas être des espèces éteintes.

Le daim, très-anciennement connu dans cette région de l'Asie où on le voit fréquemment figuré dans les monuments d'architecture et aussi très-distinctement sur les monnaies de l'ancienne Cilicie, n'existe peut-être plus aujourd'hui dans la Syrie et dans la Palestine (2). Cependant un élève de Linné, Hasselquist, qui visita cette contrée vers le mi-

(1) C'est probablement la gazelle ordinaire.

(2) Le duc de Luynes a publié un grand nombre de médailles où le daim est représenté dans des attitudes diverses, mais le plus souvent terrassé par un lion. Sur quelques-unes de ces monnaies, la représentation de l'animal est si rigoureusement fidèle que l'on y distingue jusqu'aux taches ou mouchetures caractéristiques de la fourrure des cerfs de cette espèce.

lieu du XVIII[e] siècle, a dit avoir vu le daim au mont Thabor (1). Belon en avait également observé au XVI[e] siècle dans les îles de la Grèce.

Le daim existe encore dans une partie de l'Afrique méditerranéenne et aussi dans la haute Égypte.

En 1828, M. Drovetti, consul général à Alexandrie, adressa au duc d'Angoulême une peau de daim provenant de cette région, ainsi qu'un bouquetin (*Capra nubiana*) que l'on voit conservé dans la galerie de zoologie du Muséum.

C'est probablement avec les andouillers de ce daim taillés en tête de lance que les Éthiopiens de l'armée de Xerxès armaient leurs javelots. Quelques traducteurs ont rendu la désignation spécifique employée par Hérodote par le mot de *chevreuil*, animal qui ne paraît pas avoir existé en Égypte (2).

Il est probable, au contraire, que les daims actuellement existants dans notre Europe occidentale proviennent d'individus importés par les Romains ou peut-être par les Phéniciens ou les Carthaginois.

Quant à la molaire supérieure rapportable au genre *Capra*, elle pourrait très-bien être attribuée au bouquetin de Syrie (3) (*C. Nubiana*, *C. Arabica*, *C. Sinaïtica* de plusieurs auteurs), aujourd'hui plus particulièrement retiré vers le mont Sinaï, mais qu'on trouve aussi dans la haute Égypte et peut-être encore dans d'autres régions de l'Afrique (4).

Cette dent serait un peu forte pour être rapportée à la chèvre de l'île de Crete, telle que nous la connaissons. Il est vrai que de son temps Belon citait deux bouquetins ou chèvres sauvages à Candie.

La molaire inférieure à colonnettes interlobaires, dont il a été question ci-dessus, serait bien en rapport de dimensions avec la molaire supérieure dont nous venons de parler; mais comme il a été impossible de vérifier, dans les collections du Muséum, si les bouquetins actuels de Syrie offrent cette particularité, ce serait toujours vers la chèvre sauvage que l'on serait conduit pour la proposition d'un rapprochement spécifique.

On le voit par ce qui précède, tandis qu'en Europe les instruments en silex simplement

(1) D'après des renseignements fournis au duc de Luynes par M. Perretié, vice-consul de France à Beyrouth, le daim existerait encore dans le Liban, où quelques habitants en posséderaient même à l'état de captivité.

(2) Le duc de Luynes avait bien voulu vérifier dans le texte d'Hérodote l'appellation spécifique employée par cet auteur. C'est bien en réalité celle de *Dorcas* dont les Grecs se servaient habituellement pour désigner le chevreuil.

(3) Connu des Arabes sous le nom de *Beden*.

(4) M. Perretié assure également que le *Beden* se trouve encore aujourd'hui dans le Liban ; il offre au duc de Luynes d'en procurer un individu vivant. Nous en avons rencontré dans l'Ammonitide et la Moabitide. J'en ai trouvé deux cornes isolées sur le rivage oriental de la mer Morte.

taillés se trouvent associés à des ossements brisés et calcinés ayant appartenu à des espèces perdues, en Orient, où l'usage de la pierre taillée (plus tôt remplacé par celui des instruments dus à une civilisation plus avancée) semblerait devoir remonter à des époques plus anciennes, ces mêmes instruments en silex et les coutumes des hommes qui les ont employés paraissent correspondre à un temps où vivaient des animaux existant encore dans le pays ou dans des contrées peu éloignées.

On a, cependant, signalé des espèces perdues dans un gisement analogue découvert, depuis lors, sur les bords de la voie romaine, désignée dans certaines cartes sous le nom de *via Antonia*, et qui longe la plage au nord-est de Beyrouth.

On connaît les bas-reliefs assyriens et égyptiens qu'on rencontre, le long de cette voie antique, à l'endroit où elle traverse par un escalier taillé dans la pierre, le petit promontoire rocheux situé près de l'embouchure du Nahr-el-Kelb (1). Les plus anciens conquérants de la Syrie semblent s'être donné rendez-vous en ce point, et y avoir voulu laisser des traces plus ou moins durables de leur passage.

M. Tristram, un intrépide voyageur, dont nous avons eu le plaisir de faire connaissance à Jérusalem au mois d'avril de l'année 1864, découvrit le long de cette voie une brèche ossifère analogue à celle que nous avions déjà observée près des grottes du Nahr-el-Kelb (2). Cette brèche devait former, croit-il, le plancher d'une caverne, qui aurait été tranchée, d'après lui, par Ramsès lorsqu'il entailla les rochers pour y faire passer cette route.

Quoi qu'il en soit, il signale, dans cette brèche, la présence de silex tranchants (*scharp flints*) associés à des fragments d'ossements qui sembleraient avoir été cassés intentionnellement.

M. Tristram put extraire de cette brèche plusieurs dents de ruminants dont cinq de bœuf. Sur ces cinq dents, dit-il dans un travail aussi intéressant qu'original qu'il a publié sur

(1) Voir la relation de voyage du duc de Luynes, t. I, p. 10.

(2) Il ne sera peut-être pas inutile, pour éviter une confusion bien facile à commettre, de remarquer ici que ce gisement a été plusieurs fois désigné sous le nom de *Nahr-el-Kelb* auquel il n'a eu en réalité d'autres droits que sa proximité de l'embouchure de cette rivière. Il n'est point situé dans la vallée du Nahr-el-Kelb comme les grottes dont nous avons déjà parlé et dont il est séparé par plusieurs kilomètres. Nous ferons également observer que, bien qu'on ait omis, en rendant compte de cette découverte, de faire mention de celle que nous avions précédemment faite aux grottes du Nahr-el-Kelb, notre priorité serait facile à établir en rappelant quelques dates. La découverte de silex taillés dans la brèche osseuse du Nahr-el-Kelb remonte au 24 février 1864 et fut publiée par nous dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, le 21 mars 1864.

Nous l'avions d'ailleurs vulgarisée à Beyrouth en donnant des silex taillés à diverses personnes instruites, capables de s'adonner à ces recherches, ou à en répandre le goût chez les voyageurs. L'annonce de la trouvaille de la brèche osseuse, située sur le bord de la voie Antonine, faite par une lettre insérée dans le *Reader*, en décembre 1864, est donc postérieure de neuf mois à l'annonce de la nôtre dans les *Comptes rendus de l'Institut*.

les animaux cités dans les textes bibliques (1), quatre ne peuvent être distinguées des dents d'aurochs (*Bos primigenius*), et une appartient probablement au bison. Les autres dents de ruminants peuvent être attribuées au renne et à l'élan.

Ces découvertes, ajoute-t-il, élargissent, vers le sud, l'aire de distribution de ces animaux septentrionaux, et il n'est pas nécessaire de remonter à des temps incommensurables pour expliquer leur enfouissement dans une caverne. L'auteur retrouve dans l'aurochs le *raim* de la Bible et, par suite, le taureau des bas-reliefs assyriens (2) que M. Layard avait déjà tenté d'identifier avec le *raim* des Hébreux. L'aurochs, dit-il, ne s'est probablement éteint qu'au moyen âge, et le bison qui lui a succédé vivait encore à l'état sauvage en Poméranie et en Germanie à des époques comparativement modernes.

Nous n'avons pas à nous prononcer ici sur l'attribution possible du terme *raim*, soit à l'aurochs, soit au bison, bien que, d'après les observations de M. Brandt, nous fussions plutôt tenté de voir dans le bison l'animal biblique et assyrien. Pour tous ces développements, nous laisserons notre auteur aux prises avec les opinions contradictoires de plusieurs zoologistes très-compétents en ces matières. Nous insisterons seulement sur le fait même de la présence de ces animaux dans la brèche de la voie Antonia.

Il nous paraît qu'entraîné par ces rapprochements séduisants, M. Tristram a glissé bien rapidement sur la question la plus importante, à notre avis : la détermination des dents. Il ne cite, à cet égard, aucune autorité scientifique, et l'on sait cependant que peu de personnes sont aptes à distinguer une dent d'aurochs d'avec celles de ses descendants probables, les bœufs actuels.

Nous avons trouvé nous-même l'aurochs dans les cavernes de l'Espagne, et on l'a cité en Italie, ainsi que dans le nord de l'Afrique (3) ; il ne serait donc pas bien surprenant de le rencontrer dans le Liban, et cela n'étendrait guère vers le sud son aire de distribution, ainsi que le croyait M. Tristram.

(1) *Natural history of the Bible*, 1867, p. 70.

(2) Pour un savant des plus autorisés dans celle question, M. Brandt, ce serait au contraire le bison (*Bos bonasus*) qui aurait été le bœuf sauvage chassé par les rois d'Assyrie.

Le bison qui existe encore grâce à la protection dont il est depuis longtemps favorisé dans quelques forêts de la Lithuanie et du Caucase, aurait été reconnu par M. Brnadt parmi les restes rapportés de Madgarah en Perse, ce qui vient à l'appui de celle hypothèse.

Nous ne savons si M. Tristram a eu connaissance des travaux si intéressants de quelques zoologistes du plus haut mérite (MM. Brandt, Rütimeyer, etc.) qui se sont longuement occupés de ces bœufs sauvages et préhistoriques et ont essayé de démêler les confusions fréquentes qu'ont fait à leur égard les anciens et les modernes. Il est à regretter qu'il n'ait pas jugé à propos de citer les autorités sur lesquelles il s'appuyait dans ces rapprochements.

(3) Brandt. — *Zoogeographische und palæontologische Beiträge*, 1867, p. 166.

Quant au bison qui existe encore dans la Lithuanie et le Caucase, et dont on trouve des débris en Perse (1), sa rencontre dans la brèche de la *via Antonia* est encore moins surprenante. Néanmoins, nous voudrions voir ces déterminations contrôlées par un spécialiste compétent, avant de les accepter comme définitives. Mais ce qui nous surprend beaucoup, nous n'hésitons pas à l'avouer, et ce qui contribue même à jeter dans notre esprit ces doutes assez sérieux sur l'exactitude des attributions spécifiques de ces dents, c'est de voir figurer le renne dans une brèche osseuse de la Syrie.

C'est un animal que nous n'avons pas rencontré dans les cavernes de l'Espagne, et dont on n'a pas encore bien établi la présence en Italie. Il serait bien surprenant qu'ayant eu chez nous pour limites méridionales, à l'époque quaternaire, les Alpes et les Pyrénées, il eût pénétré si avant dans le sud, en Syrie, même à l'époque où le Liban avait ses glaciers.

Le fait serait trop intéressant et trop curieux pour qu'on ne prît pas le soin d'entourer sa constatation de toutes les précautions et garanties d'usage.

Enfin, s'il était ultérieurement bien établi que l'aurochs, le bison, le renne et l'élan se trouvent associés dans la brèche de la *via Antonia* à des débris de silex taillés par l'homme, loin de conclure, avec M. Tristram, au peu d'ancienneté de ce dépôt, nous serions enclin à tirer argument de la présence de ces animaux pour le faire remonter à l'époque de l'*âge du renne* qui, en France, dans les cavernes du Périgord et des Pyrénées, nous offre la même association d'espèces.

Bien plus, à raison de la proximité et de la ressemblance de cette brèche avec celle de la station humaine que nous avions découverte aux grottes du Nahr-el-Kelb, nous n'hésiterions pas à rattacher ces deux gisements à la même époque, et à accentuer pour la seconde, les caractères d'ancienneté que nous lui avions déjà attribués, bien qu'elle ne nous eût offert que des espèces émigrées et point encore d'espèces disparues.

Il serait tout naturel de considérer les choses comme s'étant passées aux environs du Nahr-el-Kelb de la même manière que sur les bords de la Vézère, en Périgord. Nous aurions donc là un district troglodytique tout à fait comparable à ceux de France, soit par les conditions du gisement et les débris d'industrie humaine qu'il recèle, soit par les caractères de la faune dont on y trouve les débris.

Quoi qu'il en soit d'ailleurs de la brèche de la *via Antonia*, notre premier gisement du Nahr-el-Kelb suffit à établir l'occupation de cette vallée par des peuplades sauvages vivant

(1) M. Gœbel a trouvé en Perse les ossements du Bison (*Bos Bonasus*) associés à ceux du *Rhinoceros tichorhinus*, espèce quaternaire de nos régions.

de chasse, comme le prouvent les os brisés et calcinés de la brèche, se servant d'outils de silex absolument semblables à ceux des chasseurs de renne du Périgord et des Pyrénées, et entourés d'animaux en partie émigrés aujourd'hui du pays.

C'est en Orient la station de l'âge de la pierre taillée qui a été la première signalée, et c'est encore celle dont l'authenticité est la mieux établie et le gisement le moins contestable.

Peu de temps après l'exploration des grottes de Nahr-el-Kelb, nous longions les côtes de la Phénicie, lorsque, à moitié chemin de Sidon à Tyr, s'offrit à notre vue la célèbre nécropole souterraine d'Adloun (1). Au milieu de ces caveaux creusés dans le roc se voyait une belle grotte naturelle s'enfonçant dans la montagne d'une quarantaine de pas, assez haute et servant d'abri accoutumé aux troupeaux, comme le prouvait le fumier répandu sur son sol.

Il n'y avait dans cette grotte aucune trace de travail humain. Mais, à l'entrée, nous vîmes affleurer une brèche à éclats de silex qui nous parûrent, ainsi qu'à M. le duc de Luynes, avoir dû être taillés de main d'homme. Cette brèche était si dure qu'il nous fut impossible d'en détacher ces silex pour vérifier nos suppositions. Il est probable, cependant, que nous avions encore là, sous les yeux, comme aux grottes du Lycus, les vestiges d'une ancienne station troglodytique, et quelques coups de pioche donnés dans le sol de cette grotte eussent sans doute amené des révélations fort importantes. Malheureusement, nous étions démunis des instruments nécessaires pour pratiquer la moindre fouille.

Longtemps après, dans le cours du même voyage, comme nous revenions du désert de l'Arabah et de la mer Rouge, l'expédition s'arrêta à Beth-Lehem, et le duc de Luynes résolut de visiter Beth-Saour (village des Pasteurs) situé dans le voisinage, afin d'y examiner la collection de M. l'abbé Morétain. Cet ecclésiastique rassemblait depuis quelques annees, avec plus de zèle que de discernement, tous les objets curieux que les Arabes trouvaient à la surface de leurs champs, et, parmi des tessons de poteries, boulets de pierres et autres reliques des temps modernes, il avait ainsi collectionné, depuis longtemps, des silex taillés, dont M. de Saulcy fut le premier à rapporter en France quelques spécimens de la forme dite *couteau*, et qu'il donna au musée du Louvre, sans d'ailleurs se prononcer sur leur âge ni leur destination.

M. de Vogüé avait également recueilli, chez M. l'abbé Morétain, un instrument de silex

(1) Voir la relation du duc de Luynes, t. I, p. 23.

discoïde que nous avons déjà eu occasion de faire figurer dans un précédent travail (1).

Outre les couteaux mentionnés plus haut, nous pûmes remarquer dans la collection de M. l'abbé Morétain une aiguille en os percée d'un chas, ainsi qu'une pointe de flèche en os du même type que celles qui ont été trouvées dans la grotte sépulcrale d'Aurignac.

Malheureusement les circonstances du gisement de ces pierres taillées n'ont pas été étudiées avec assez de soin. L'abbé Morétain nous avoua que c'étaient les Arabes qui les recueillaient à la surface de leurs champs et qui les lui apportaient. Le seul gisement qu'il en connût se trouvait dans des grottes artificielles du voisinage remplies d'accumulations de terre meuble.

Nous avons visité ces grottes et étudié leur contenu, et nous doutons fort que ce soit le gisement originel des silex taillés de l'abbé Morétain. Ils peuvent y avoir été introduits par un remplissage postérieur.

Un archéologue, qui a visité quelques années plus tard la collection de Beth-Saour, M. Arcelin, n'a cependant pas hésité, dans un article consacré aux gisements de l'âge de la pierre dans cette localité (2), à classer les gisements des pièces qui la composent en deux catégories : les *éboulis des pentes* et les *grottes* et *abris sous roche*. Ayant eu déjà à apprécier dans un précédent travail l'opuscule de M. Arcelin, nous disions que « nous « ne pouvions accepter dès à présent la précision que les derniers de ces termes tendraient « à établir à l'égard du gisement, si on leur donnait la signification qu'ils ont en France « dans nos districts troglodytiques; quant au premier, ajoutions-nous, il a l'avantage de « ne rien compromettre en laissant un vaste champ ouvert aux conjectures ».

« Les grottes de Beth-Saour, qui seraient, d'après M. Arcelin, l'un des gisements nor- « maux de ces silex, sont, comme nous l'avons dit, remplies de terres meubles, au milieu « desquelles on recueille des fragments de silex et des tessons de poteries. Le duc de « Luynes avait ramassé une terre cuite qui paraissait faite au tour et ne devait sans doute « point dater de la même époque que les silex taillés ou même que les poteries *néoli-* « *thiques* (?) que M. Arcelin y aurait rencontrées. Ces grottes sont d'ailleurs, autant qu'il « nous en souvient, taillées au pic au milieu des assises crétacées. C'est dans ces condi-

(1) *Loc. cit.*, 2e partie, chap. XII, p. 12.

Cet outil a une forme toute spéciale, que nous avions rapprochée, ne pouvant mieux faire, « de certains types paléolithiques », et qui ne saurait, à notre avis, être confondue avec celle du *râcloir* figuré par E. Arcelin (*Matériaux pour l'histoire de l'homme*, t. V, 1874, Pl. I, *fig.* 5), et auquel cet archéologue le compare.

Si M. Arcelin avait vu l'original ou tout au moins son moulage, il est probable qu'il n'aurait pas été entraîné à faire cette confusion.

(2) *Matériaux pour servir à l'histoire de l'homme*, 5e année, 1869, p. 237.

« tions que se présentent les nombreuses grottes explorées par M. Rey dans la Judée « même, et auxquelles il a pu assigner, d'après les textes sacrés, une date historique. »

Ces critiques ont provoqué, de la part de M. Arcelin, une protestation insérée dans les *Matériaux* et accompagnée, cette fois, de figures justificatives des silex et poteries dont il parlait (1). Le mode d'argumentation employé par M. Arcelin, qui me fait dire ce que je n'ai pas dit, ne m'a pas entraîné à une polémique avec lui sur ce sujet et ce serait ici, encore moins qu'ailleurs, le lieu de la poursuivre. Quelques courtes remarques suffiront à montrer pourquoi nous persistons à ne pas admettre la précision des classifications de cet archéologue.

Il est d'abord inutile d'insister sur la dénomination « d'*éboulis des pentes* », qui peut s'appliquer à des gisements de toute nature et de tout âge.

Quant à la question des grottes taillées au pic, avec poteries faites au tour, que M. Arcelin y ait ou non trouvé des poteries *néolithiques* (2), il n'en reste pas moins évident pour nous qu'elles ont été comblées par un remplissage postérieur qui peut y avoir entraîné, en même temps que des silex taillés, des objets d'âge fort différent (3). C'est donc un gisement *remanié* et non un gisement normal.

Au surplus, voici un extrait d'une lettre que m'adressait M. l'abbé Morétain lui-même à une époque où ce débat ne s'était pas encore élevé et qui donne bien la meilleure idée de la nature de ce gisement.

« Vous le savez, » m'écrivait l'auteur de cette découverte, le 13 décembre 1866, deux ans après notre visite à Beth-Saour, « je trouve ces silex travaillés dans les grottes ancien-« nement habitées et comblées avec des terreaux provenant des fumiers, des balayures « des maisons, des cours, etc... »

Un tel genre de remplissage explique bien des mélanges, et nous persistons donc à croire que ce n'est pas là le gisement *normal* de ces silex taillés qui peuvent avoir, à notre avis, une origine plus ancienne que celle des cavités artificielles où on les a recueillis.

L'examen des silex ne peut que justifier ce classement.

(1) L'âge de pierre polie, à Beth Saour. *Matériaux*, 2e série, t. V, 1874, p. 19.

(2) Les preuves données par M. Arcelin pour établir que ces poteries sont néolithiques nous paraissent tout à fait insuffisantes. Cet archéologue ne doit pas ignorer qu'en France et en Espagne, on faisait encore, de nos jours, des vases à la main avec saillies, ponctuations, bandes rapportées, etc. Nous le renverrons, à cet égard, à l'excellent *Traité de céramique* de Brongniart, que l'on devrait bien consulter avant d'émettre des doctrines sur les poteries préhistoriques, ne fût-ce que pour se convaincre de la difficulté qu'il y a de différencier celles des âges les plus anciens avec celles que fabriquent encore les sauvages contemporains ou même des populations montagnardes de nos pays plus civilisés.

(3) Les objets en bronze trouvés dans ces grottes par l'abbé Morétain (*Matériaux*, 1867, p. 464) témoignent de ce mode de remplissage.

Nos découvertes du Nahr-el-Kelb, d'Adloun et celles de l'abbé Morétain, à Beth-Saour, ne sont pas les seules qui aient été faites en Palestine.

Nous avons encore trouvé un silex taillé près des dolmens de Manfoumieh, et, quelque temps après notre voyage en Syrie, M. Cazalis de Fondouce a recueilli, près de la source d'Aïn-el-Emir, à Nazareth, quelques pièces du même genre, dont notre confrère eut la gracieuse obligeance de nous envoyer aussitôt les dessins en communication (1).

Plus récemment encore M. l'abbé Richard en a trouvé à Gal-Gal, près de Jéricho, et à Tibneh, sur l'emplacement du tombeau de Josué.

Tout en gardant, avec un sans-façon peu scrupuleux et à l'imitation de quelques autres auteurs, un silence complet sur les observations antérieures aux sciences, M. l'abbé Richard s'est procuré de faciles succès auprès des archéologues classiques de l'Académie des inscriptions et belles-lettres en soutenant, à ce propos, la thèse favorite de la plupart de ces savants, à savoir que les gisements dits préhistoriques rentrent dans le cadre des traditions historiques et n'échappent ni aux limites ni aux méthodes tracées par l'archéologie.

Dans une note insérée dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* en 1871 (2), M. l'abbé Richard, qui se dit hydrogéologue, après quelques considérations assez fantaisistes sur la géologie de l'Égypte et l'annonce de la découverte par lui faite de silex taillés en Égypte et au Sinaï (où on les connaissait déjà, de même qu'en Syrie, bien avant son voyage) (3), affirme que les silex taillés trouvés en Palestine sont *historiques* et ne sont autres que ceux qui ont servi à la circoncision du peuple hébreu. Il fait ensuite ressortir leur ressemblance avec les silex taillés qui ont occupé l'attention des savants en Europe, *silex qu'on veut*, dit-il, *être nécessairement préhistoriques !*

On voit immédiatement les conclusions que l'auteur tire de ces rapprochements. Les silex taillés d'Europe sont du même âge que ceux de la Palestine, et ces derniers datent seulement de l'époque de Josué, comme il entreprend de le prouver par les deux passages suivants de la Bible :

« En ce temps-là, le Seigneur dit à Josué : Faites-vous des couteaux de pierre et renou-
« velez parmi les enfants d'Israël l'usage de la circoncision.

(1) *Matériaux*, 1867, p. 460.

(2) Découvertes d'instruments de pierre en Égypte, au Sinaï et au tombeau de Josué (*Compt. rend.*, t. LXXII, p. 540, 1871).

(3) Dans un travail précédent, nous avons fait l'historique de ces découvertes de silex taillés en Égypte et au Sinaï. Nous avons rappelé les découvertes de silex taillés de la Babylonie, celle de couteaux de silex rapportés depuis longtemps du Sinaï par le major Mac-Donald, et dont le gisement a depuis été étudié par M. Bauermann, enfin les découvertes analogues de M. Arcelin, dans la vallée du Nil, presque aussitôt confirmées par les trouvailles de MM. Hamy et Lenormant, puis par celles de M. Delanoue.

« Josué fit ce que le Seigneur lui avait commandé et il circoncit les enfants d'Israël « sur la colline de la Circoncision (1). »

Voici tout expliquée l'origine des silex taillés de la Palestine, même celle des silex taillés de la station humaine du Nahr-el-Kelb, dont l'auteur se garde bien de parler.

Ceux qui sont familiers avec les études préhistoriques savent combien de fois ce passage biblique a été exploité contre l'antiquité des silex taillés et ne feront pas à l'érudition de M. l'abbé Richard l'honneur de cette découverte. Il en est de même du passage suivant, où l'on a voulu voir depuis longtemps l'explication des dolmens de l'Ammonitide et de la vallée du Jourdain :

« Alors Josué éleva un autel au Seigneur, le Dieu d'Israël, sur le mont Hébal,

« Selon que Moïse, serviteur du Seigneur, l'avait ordonné aux enfants d'Israël et qu'il « est écrit dans le livre de la loi de Moïse. Il fit cet autel de pierres non polies, que le fer « n'avait point touchées, et il offrit dessus des holocaustes au Seigneur et immola des vic- « times pacifiques (2). »

Enfin, après avoir exterminé les géants de la race d'Énac, ainsi qu'Og, roi de Basan, un de leurs derniers représentants, et avoir partagé ses conquêtes entre les tribus, Josué meurt et on l'ensevelit dans sa terre de Tamnath-Saré, sur la montagne d'Éphraïm.

La version des Septante ajoute à ce texte que Josué, *ayant conservé les couteaux de la circoncision*, ils furent mis après sa mort dans son tombeau.

M. Guérin avait cru retrouver, en 1863, le tombeau de Josué à Tibneh, et M. de Saulcy, adoptant cette découverte, s'empressait de prophétiser qu'on y découvrirait les silex taillés de la collection... de Josué.

Suivant cette inspiration, M. l'abbé Richard se rendit à Tibneh en 1870, et, avec cette bonne fortune qui l'accompagne partout, en Algérie, en Égypte, au Sinaï, en Palestine, il découvrit aussitôt les couteaux de silex en question. Malheureusement pour le succès de sa thèse, il y a trop découvert de choses. A côté de ces couteaux il mentionne, en effet, des scies, et des pièces plates allongées ou arrondies dont on ne s'explique pas l'usage dans l'opération de la circoncision, non plus que la présence dans le tombeau de Josué.

Ces difficultés n'ont pas un seul instant arrêté M. l'abbé Richard, qui terminait sa note par cette singulière conclusion, que M. de Longpérier lui-même n'a pas cru devoir accepter :

« On veut généralement, dit l'intrépide abbé, établir l'âge des silex taillés d'après les

(1) *Josué*, cap. v, § 2.
(2) *Josué*, cap. viii, § 30.

« terrains; il me semble que c'est le contraire qu'il faut faire : ce sont les silex taillés qui « doivent donner l'âge des terrains, comme les fossiles donnent l'âge des roches. »

M. l'abbé Richard oublie ici qu'il y a fossile et fossile, et qu'on n'a pas l'habitude de choisir les fossiles *remaniés* ou les formes persistantes pour caractériser les terrains. Le savant hydrogéologue méconnaît ici les premiers principes de la stratigraphie; ce qui, ajouté à sa fantaisiste théorie des éruptions de grès du Jebel-Ahmar, près du Caire, théorie aussi risquée que surannée, et dont nous avions espéré que M. Figari-Bey aurait été le dernier apôtre, tend singulièrement à affaiblir notre confiance dans son autorité, au moins en tant que géologue.

La base de l'argumentation de M. l'abbé Richard nous paraît, d'ailleurs, loin d'être suffisamment établie.

Il reste à prouver :

1° Que les silex taillés trouvés à Gal-Gal, près de Jéricho, sont bien ceux qui ont servi à la circoncision du peuple hébreu et qu'ils ne peuvent être attribués aux peuplades auxquelles se rapportent les dolmens de la vallée du Jourdain, dont un district, entre autres celui d'Er-Rameh, est situé à deux heures de marche au plus de Gal-Gal;

2° Que les couteaux trouvés à Tibneh sont bien ceux qui *auraient été déposés* dans le tombeau de Josué, à Tamnath-Saré, et dont il n'est fait mention que dans la version des Septante et par ses traducteurs;

3° Que les scies et autres pièces si semblables aux instruments de pierre de nos gisements préhistoriques qu'il a trouvées associées à ces couteaux de silex ont servi, concurremment avec ces derniers, à la circoncision, car sans cela on ne s'expliquerait pas pourquoi ils auraient été mis avec les autres silex taillés dans le tombeau, comme monuments commémoratifs de la circoncision;

4° Qu'il n'y a pas, dans le voisinage du tombeau, de station préhistorique dont le voisinage pourrait expliquer la présence de ces silex de divers types en ce point.

Cette dernière preuve est nécessaire si l'on considère l'analogie de cette collection de la pierre taillée du tombeau de Josué avec celles de l'abbé Morétain à Beth-Saour et celles des gisements préhistoriques en général.

On ne peut d'ailleurs que s'étonner du laconisme de M. l'abbé Richard au sujet du point capital de la question, c'est-à-dire des *circonstances de gisement* de ces silex qu'il qualifie, peut-être un peu prématurément, d'*historiques*.

Ce n'est pas que nous mettions en doute l'emploi, par les Hébreux, de la pierre taillée dans la pratique de la circoncision. Les textes précités, que nous connaissions avant les

« Josué fit ce que le Seigneur lui avait commandé et il circoncit les enfants d'Israël « sur la colline de la Circoncision (1). »

Voici tout expliquée l'origine des silex taillés de la Palestine, même celle des silex taillés de la station humaine du Nahr-el-Kelb, dont l'auteur se garde bien de parler.

Ceux qui sont familiers avec les études préhistoriques savent combien de fois ce passage biblique a été exploité contre l'antiquité des silex taillés et ne feront pas à l'érudition de M. l'abbé Richard l'honneur de cette découverte. Il en est de même du passage suivant, où l'on a voulu voir depuis longtemps l'explication des dolmens de l'Ammonitide et de la vallée du Jourdain :

« Alors Josué éleva un autel au Seigneur, le Dieu d'Israël, sur le mont Hébal,
« Selon que Moïse, serviteur du Seigneur, l'avait ordonné aux enfants d'Israël et qu'il « est écrit dans le livre de la loi de Moïse. Il fit cet autel de pierres non polies, que le fer « n'avait point touchées, et il offrit dessus des holocaustes au Seigneur et immola des vic-« times pacifiques (2). »

Enfin, après avoir exterminé les géants de la race d'Énac, ainsi qu'Og, roi de Basan, un de leurs derniers représentants, et avoir partagé ses conquêtes entre les tribus, Josué meurt et on l'ensevelit dans sa terre de Tamnath-Saré, sur la montagne d'Éphraïm.

La version des Septante ajoute à ce texte que Josué, *ayant conservé les couteaux de la circoncision*, ils furent mis après sa mort dans son tombeau.

M. Guérin avait cru retrouver, en 1863, le tombeau de Josué à Tibneh, et M. de Saulcy, adoptant cette découverte, s'empressait de prophétiser qu'on y découvrirait les silex taillés de la collection... de Josué.

Suivant cette inspiration, M. l'abbé Richard se rendit à Tibneh en 1870, et, avec cette bonne fortune qui l'accompagne partout, en Algérie, en Égypte, au Sinaï, en Palestine, il découvrit aussitôt les couteaux de silex en question. Malheureusement pour le succès de sa thèse, il y a trop découvert de choses. A côté de ces couteaux il mentionne, en effet, des scies, et des pièces plates allongées ou arrondies dont on ne s'explique pas l'usage dans l'opération de la circoncision, non plus que la présence dans le tombeau de Josué.

Ces difficultés n'ont pas un seul instant arrêté M. l'abbé Richard, qui terminait sa note par cette singulière conclusion, que M. de Longpérier lui-même n'a pas cru devoir accepter :

« On veut généralement, dit l'intrépide abbé, établir l'âge des silex taillés d'après les

(1) *Josué*, cap. v, § 2.
(2) *Josué*, cap. viii, § 30.

« terrains; il me semble que c'est le contraire qu'il faut faire : ce sont les silex taillés qui « doivent donner l'âge des terrains, comme les fossiles donnent l'âge des roches. »

M. l'abbé Richard oublie ici qu'il y a fossile et fossile, et qu'on n'a pas l'habitude de choisir les fossiles *remaniés* ou les formes persistantes pour caractériser les terrains. Le savant hydrogéologue méconnaît ici les premiers principes de la stratigraphie; ce qui, ajouté à sa fantaisiste théorie des éruptions de grès du Jebel-Ahmar, près du Caire, théorie aussi risquée que surannée, et dont nous avions espéré que M. Figari-Bey aurait été le dernier apôtre, tend singulièrement à affaiblir notre confiance dans son autorité, au moins en tant que géologue.

La base de l'argumentation de M. l'abbé Richard nous paraît, d'ailleurs, loin d'être suffisamment établie.

Il reste à prouver :

1° Que les silex taillés trouvés à Gal-Gal, près de Jéricho, sont bien ceux qui ont servi à la circoncision du peuple hébreu et qu'ils ne peuvent être attribués aux peuplades auxquelles se rapportent les dolmens de la vallée du Jourdain, dont un district, entre autres celui d'Er-Rameh, est situé à deux heures de marche au plus de Gal-Gal;

2° Que les couteaux trouvés à Tibneh sont bien ceux qui *auraient été déposés* dans le tombeau de Josué, à Tamnath-Saré, et dont il n'est fait mention que dans la version des Septante et par ses traducteurs;

3° Que les scies et autres pièces si semblables aux instruments de pierre de nos gisements préhistoriques qu'il a trouvées associées à ces couteaux de silex ont servi, concurremment avec ces derniers, à la circoncision, car sans cela on ne s'expliquerait pas pourquoi ils auraient été mis avec les autres silex taillés dans le tombeau, comme monuments commémoratifs de la circoncision;

4° Qu'il n'y a pas, dans le voisinage du tombeau, de station préhistorique dont le voisinage pourrait expliquer la présence de ces silex de divers types en ce point.

Cette dernière preuve est nécessaire si l'on considère l'analogie de cette collection de la pierre taillée du tombeau de Josué avec celles de l'abbé Morétain à Beth-Saour et celles des gisements préhistoriques en général.

On ne peut d'ailleurs que s'étonner du laconisme de M. l'abbé Richard au sujet du point capital de la question, c'est-à-dire des *circonstances de gisement* de ces silex qu'il qualifie, peut-être un peu prématurément, d'*historiques*.

Ce n'est pas que nous mettions en doute l'emploi, par les Hébreux, de la pierre taillée dans la pratique de la circoncision. Les textes précités, que nous connaissions avant les

aux pratiques de l'embaumement, le silex peut avoir été conservé par *archaïsme*, comme dans la circoncision.

Enfin, les pointes de lance et de flèche trouvées dans les sépultures égyptiennes ne rendent pas suffisamment compte de l'étendue et de la prodigieuse richesse des ateliers de silex découverts en Égypte ainsi qu'au Sinaï, et peuvent résulter d'habitudes ayant survécu à l'âge de pierre, comme cela s'est vu dans nos contrées.

M. Zittel a d'ailleurs trouvé des silex taillés à 20 milles à l'est de l'oasis de Dackel, dans un désert parfaitement inaccessible de nos jours aux Arabes des oasis, et il semble les regarder comme fort anciens.

D'ailleurs M. Mariette-Bey, avec une réserve et une prudence qui mériterait de servir d'exemple, laisse la question pendante et paraît reconnaître de préférence, pour sa solution, la compétence des géologues.

« Ce n'est pas à dire pour cela, dit-il à la fin de la discussion (1), que tout soit terminé « sur ce point et qu'on ne puisse retrouver un jour l'âge de pierre en Égypte; seulement, « au lieu de le chercher à la surface du sol, c'est par une étude approfondie des terrains « de l'ancienne vallée du Nil qu'on pourra s'éclairer définitivement; et, pour ce travail, « il faut non pas un archéologue, mais un géologue qui puisse dire dans quelles couches « se retrouveront les silex qu'on pourra rencontrer encore et s'ils appartiennent à une « époque de l'histoire de notre globe antérieure aux dernières révolutions géologiques. »

On ne saurait mieux dire ni mieux résumer cette discussion sur la question des silex taillés égyptiens; mais s'il est encore difficile d'assigner un âge reculé aux gisements de surface tels que ceux de l'Égypte, du Sinaï, de Beth-Saour et de la vallée du Jourdain, l'analogie des formes de ces silex avec celles de nos instruments de l'âge de pierre nous conduit cependant, en l'absence de preuves décisives dans un sens ou dans l'autre, à les rapprocher de cette époque et à les reculer provisoirement hors du passé historique de ces contrées.

En outre, le gisement que nous avons découvert sur les bords du Nahr-el-Kelb, où nous avons trouvé de véritables brèches de foyers, comparables à celles de nos cavernes, avec association de silex taillés et de débris d'animaux en partie disparus de la contrée, ce gisement, disons-nous, ainsi que M. Gaillardot l'a parfaitement fait ressortir au cours de la discussion précédemment citée, se trouve placé en dehors des hypothèses invoquées pour expliquer la présence des silex taillés, tant aux environs de Thèbes que près de Jéricho ou au tombeau de Josué, et il suffit à lui seul à prouver l'existence en Palestine d'un âge de pierre antérieur à nos données historiques.

(1) *Bulletin de l'Institut égyptien*, n° 11, p. 60.

Nous arrivons maintenant à l'époque actuelle où devaient, ainsi que nous le disions plus haut, s'arrêter nos investigations; mais ici encore, les documents historiques nous font défaut et, puisque le duc de Luynes n'a pas eu le temps de traiter la question des monuments mégalithiques de la Palestine, on nous permettra bien d'ajouter quelques détails complémentaires à ce qu'il en a déjà dit dans le cours de sa relation de voyage.

Ces monuments sont de trois sortes : pierres levées, dolmens et niches sépulcrales.

Ils sont associés d'une façon continue et réunis en petits groupes situés principalement à gauche du Jourdain et de la mer Morte.

C'est à deux commandants de la marine anglaise, Irby et Mangles, qui voyagèrent les premiers sans déguisement dans l'Ammonitide, que l'on doit faire remonter l'honneur de la première découverte des dolmens en Palestine. Ils revenaient d'Es-Salt à Naplouse et se dirigeaient du premier de ces deux points vers le Jourdain, lorsqu'ils les observèrent pour la première fois.

« Au pied des montagnes, disent-ils dans leur relation de voyage (1), nous observâmes « quelques tombes singulières, intéressantes et assurément fort anciennes, composées de « grandes pierres brutes et ressemblant à ce qu'on appelle *Kitts cotty house* dans le Kent. « Elles se composaient de deux longues pierres latérales avec une dalle à chaque extrémité « et une petite porte sur le devant, faisant le plus souvent face au nord. La porte était « taillée dans la pierre.

« Toutes étaient de pierres brutes dont on avait apparemment utilisé la forme tabu- « laire; on voyait ces dalles en place dans le voisinage, où elles constituaient des couches « puissantes. Sur l'ensemble était posée une immense dalle faisant saillie à la fois sur les « côtés et aux extrémités. Ce qui rendait ces tombes plus remarquables, c'est que l'intérieur « n'était pas assez long pour que le corps pût y être couché, car il mesurait seulement cinq « pieds. Il y avait là vingt-sept tombes disposées fort irrégulièrement. »

Le groupe de dolmens, si fidèlement décrit par Irby et Mangles, doit être évidemment celui d'Ala-Safat que nous avons eu la bonne fortune de retrouver, avec M. le duc de Luynes, près du confluent du waddy Zerka avec le Jourdain.

Les croquis suivants, que nous avons relevés et qui sont reproduits p. 135 et 136 dans la relation de voyage du duc de Luynes (2), compléteront l'excellente description d'Irby et de

(1) Irby and Mangles, *Travels in Egypt and Nubia, Syria and Asia Minor during the years* 1817-1818, p. 235.

(2) Nous devons faire remarquer, à propos de ces dessins, qu'il s'est glissé une erreur dans le cours de l'impression du travail du duc de Luynes, erreur de nature à faire supposer que les dolmens figurés p. 135 et 136 se rapportent tous au groupe d'Ala-Safat, près du waddy Zerka, dont la description comprend ces gravures. La

Mangles, à laquelle nous ne voulons ajouter qu'une remarque : c'est qu'à ces dolmens sont associés des caveaux et niches sépulcrales, creusés dans la roche et munis, comme la dalle d'entrée des dolmens, d'une ouverture encadrée ; ce qui tendrait à faire admettre que ces deux modes de sépulture ont pu coexister dans cette contrée.

Ces encadrements avaient peut-être pour destination d'enchâsser une porte de bois qui



Dolmens d'Ala-Safat, près du confluent du W. Zerka avec le Jourdain, et au pied des montagnes de Gilead (Palestine).

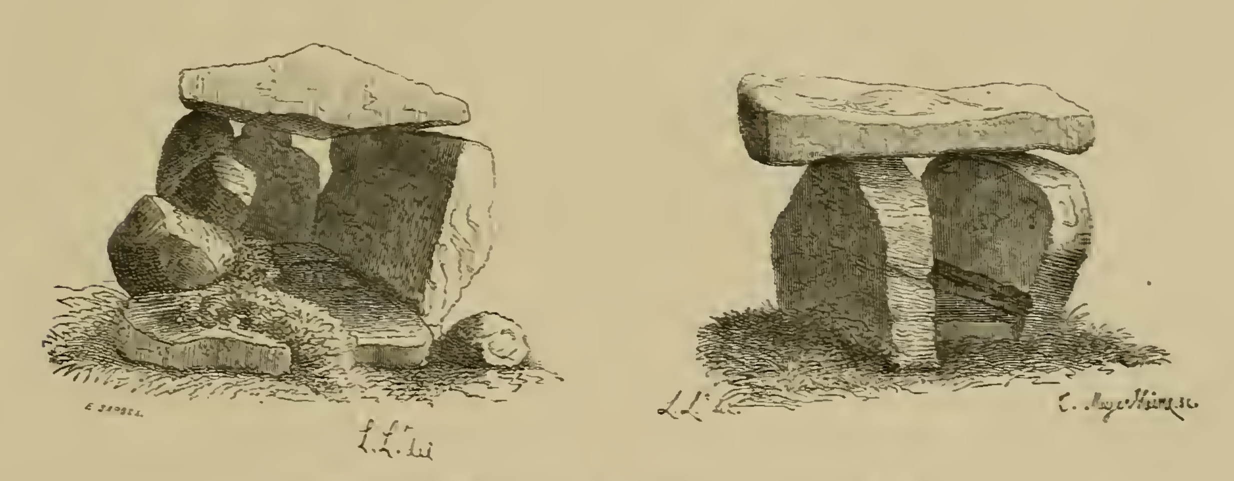
fermait l'ouverture de la cavité, en permettant cependant d'y introduire, lorsqu'on le désirait, des offrandes. De semblables encadrements sont fréquents dans d'autres districts mégalithiques de la Palestine et en Algérie ; ils existent pareillement, au milieu des dolmens, des

vérité est qu'il y a confusion. Le premier dolmen figuré dans le haut de la page 135 appartient bien au groupe d'Ala-Safat, ainsi que le dernier de la même page et ceux de la page suivante.

Les deux figures situées à gauche, au milieu et en bas de la page 135, se rapportent à des dolmens du district de Manfoumieh, sur les confins de la Moabitide et de l'Ammonitide (à l'est de la mer Morte), et la figure située à droite et au milieu et dans la même page correspond à un dolmen fait de dalles de grès, du groupe d'Ek-Saïb, près Er-Rameh, près du Jourdain et du mont Nebo.

caveaux funéraires du même genre, connus des Arabes sous le nom de *Haouanet*. Ces caveaux ou niches sépulcrales de l'Algérie, décrits en premier lieu par M. Letourneux, ont été depuis étudiés par M. Flower, qui a publié une vue de ceux de Gastal, où on les observe, ainsi qu'à Roknia, dans le voisinage des dolmens, absolument comme en Palestine (1). Ce qui ajoute encore de la valeur à ce rapprochement, c'est que les dolmens de la Palestine ressemblent plus aux dolmens de l'Algérie qu'à ceux des autres pays et, en particulier, qu'à nos dolmens gigantesques de l'Europe septentrionale.

Le groupe de dolmens d'Ala-Safat n'est pas le seul district mégalithique qui ait été observé en Palestine par Irby et Mangles. Ces voyageurs ont signalé la présence de plusieurs *pierres levées* et d'une éminence couverte de dolmens, sur les plateaux situés à l'est de la mer Morte. Leur description permet encore d'identifier ce groupe de dolmens avec celui de Manfoumieh, que nous avons retrouvé entre le mont Nebo et le Jebel Attarus, dans le voisinage du waddy Zerka-Maïn. Là, encore, on retrouve les particularités que nous avons signalées à propos de ceux d'Ala-Safat. Les dalles d'entrée de quelques-uns d'entre eux sont creusées d'ouvertures avec encadrement, et, au milieu de dolmens, on retrouve également des niches funéraires où le corps ne pouvait tenir que dans une posture accroupie, et dont l'entrée était pareillement encadrée.

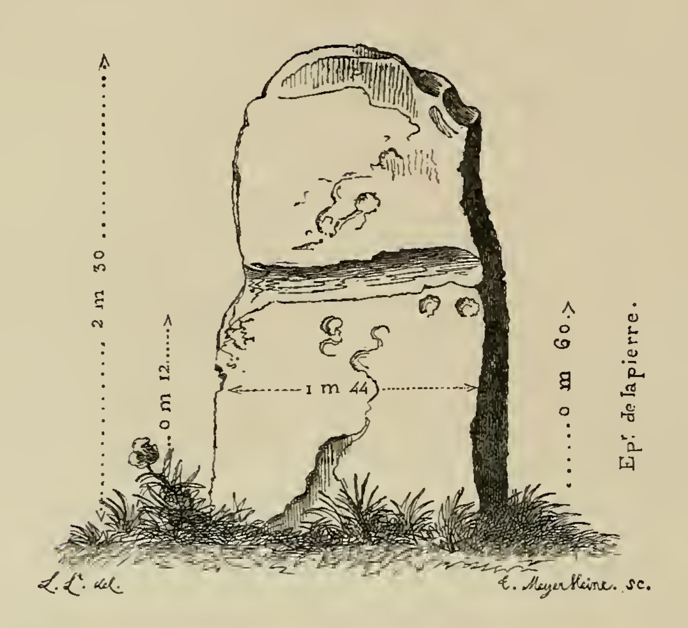


Dolmens de Manfoumieh, dans les montagnes à l'est de la mer Morte.

Irby et Mangles parlent d'une pierre levée de 10 pieds de haut qu'ils avaient observée dans cette région. Nous avons, en effet, rencontré, près des dolmens de Manfoumieh, un menhir

(1) Flower, *On the prehistoric sepulchres of Algeria* (*Transactions of the international Congress of prehistoric Archeology*, 3e session tenue à Norwich en 1868, p. 194). MM. Poucher et Smith auraient observé des tombes du même genre aux environs de Cyrène.

de $2^m,30$ de haut sur $1^m,44$ de large, qui porte le nom significatif de *hajjar el mansoub* (la pierre posée) et dont nous avons pris le croquis suivant :




Menhir de Manfoumieh (Hajjar-el-Mansoub).

Outre les groupes de dolmens déjà signalés par Irby et Mangles, nous devons encore citer ceux que M. de Saulcy et M. l'abbé Michon ont vus près de l'extrémité septentrionale de la mer Morte et au pied des montagnes de l'Ammonitide. M. de Saulcy mentionne une vingtaine de dolmens généralement orientés du nord au sud, sur le plateau d'Él-Azemieh (l'ossuaire), situé sur le trajet du mont Nebo au Ghor (1).

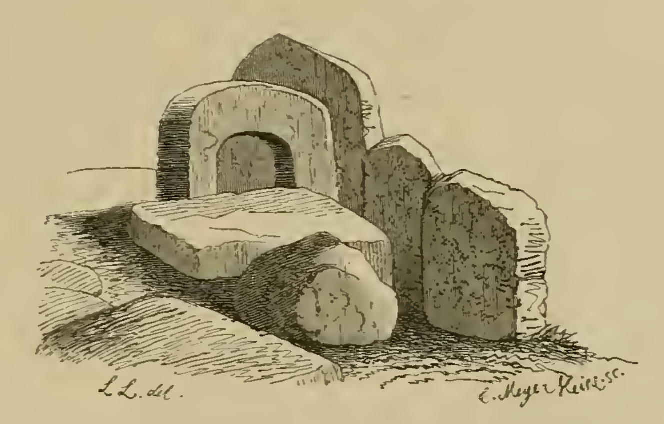
Nous avons vu dans la même région, à Ek-Saïb, près d'Er-Rameh, des dolmens moins bien conservés que ceux des plateaux, ce qui tient sans doute à ce qu'ils sont construits de dalles de grès au lieu de l'être de dalles calcaires. Le croquis suivant montre que la dalle d'entrée de l'un d'entre eux est creusée d'une ouverture, particularité que nous avons signalée a l'égard des autres nécropoles d'Ala-Safat et de Manfoumieh.

Un compagnon de voyage de M. de Saulcy, M. l'abbé Michon, a décrit, dans le *Bulletin de la Société archéologique de la Charente*, quelques dolmens du même groupe dont il constate les diverses orientations (2) et donne des figures ainsi que des plans. On trouve, dans ce dernier travail, la description et la vue d'un singulier et très-intéressant monument

(1) De Saulcy, *Voyage en Terre-Sainte*, 1865 (*Matériaux, etc.*, 2e année, p. 246). M. de Saulcy a également signalé l'existence de dolmens près de Chalaboun, entre Nazareth et Beyrouth. Il a donné une figure et un plan du dolmen d'El-Azhemieh, dans l'Ammonitide (*Matériaux, etc.*, *loc. cit.*).

(2) *Bull. Soc. arch. de la Charente*, t. V, p. 47.

funéraire, formé de pierres grossièrement travaillées, disposées circulairement autour d'une chambre sépulcrale. Nous ne pouvons nous empêcher de comparer ce monument avec les *bazina* et les *chouchas* de l'Auress, en Algérie, dont M. Flower a donné des figures (1). En



Dolmen ruiné d'Ek-Saïb, près d'Er-Rameh, au pied du mont Nebo.

comparant ces représentations avec celles du monument funéraire de la rive gauche du Jourdain (2), on est frappé de l'analogie que ces sépultures offrent entre elles, et ceci vient encore à l'appui des rapprochements que nous avons précédemment tenté d'établir entre les pratiques funéraires auxquelles se rattache l'érection des dolmens en Palestine et en Algérie.

Ces rapprochements, cependant, ne nous permettraient pas de décider si c'est une même race d'hommes, ou si ce sont des races différentes et non contemporaines, qui ont construit ces sépultures dans ces deux régions, si distantes l'une de l'autre. Pour arriver à une pareille conclusion, il faudrait pouvoir s'appuyer sur un élément qui nous manque et connaître les caractères anthropologiques des squelettes humains que ces tombes ont abrités et dont peut-être, malgré les violations auxquelles elles ont dû être sujettes, il reste encore quelques débris (3). La rapidité de nos marches n'a pas permis au duc de Luynes de faire exécuter

(1) *Loc. cit.*, p. 200.

(2) *Matériaux pour servir à l'histoire de l'homme*, 5e année, 1869, p. 133.

(3) J'ai recueilli dans une niche sépulcrale, à Ala-Safat, des crânes humains; mais ils provenaient d'une sépulture récente. C'était, sans doute, par suite de quelque meurtre qu'on les avait ensevelis en cet endroit, et le vieux scheickh Abd-ul-Aziz, de la tribu des Adouans, qui me surprit au moment où je les emportais, me donna à comprendre qu'ils avaient appartenu à ses contemporains.

La même aventure s'est répétée à propos d'une trouvaille de ce genre dans les caveaux du sanctuaire du mont Nebo, et j'ai recueilli de Gablan, un autre chef des Adouans, les mêmes affirmations.

Dans leurs rixes continuelles, les Bédouins n'emportent pas leurs morts, et ils profitent, pour les ensevelir, des circonstances favorables offertes par le voisinage de ces anciennes tombes; aussi convient-il d'être très-circonspect à l'égard des découvertes de cet ordre, lorsqu'on n'a pas pris toutes les précautions nécessaires pour en garantir l'authenticité.

des fouilles dans les dolmens de la Palestine; j'ai pu seulement recueillir dans l'un d'eux, à Manfoumieh, en grattant le sol de la cavité avec la pointe de mon marteau, un fragment de poterie grossière fort semblable, par sa pâte, à celles que l'on trouve dans nos dolmens d'Europe.

Il ressort de ce qui précède que les monuments mégalithiques de la Palestine (dolmens, menhirs, etc.) sont construits avec des dalles brutes, toujours empruntées aux roches du voisinage, qui sont d'une extraction facile.

Les dolmens sont généralement associés à des caveaux ou niches dont l'entrée est encadrée, et leur dalle d'entrée est assez souvent percée d'une ouverture quadrangulaire ou semi-lunaire, encadrée de la même façon (1). Ils ne sont pas orientés d'une manière uniforme; ils sont disposés sur de petites élévations et par groupes irrégulièrement distribués, principalement dans l'Ammonitide.

Par leurs dimensions, qui sont moins considérables que celles des dolmens du nord de l'Europe, et par leur association soit avec des niches sépulcrales, soit avec certains monuments dont on retrouve les analogues en Algérie, ces tombes se rapprochent des dolmens de l'Afrique septentrionale plus que des autres monuments du même genre, et datent probablement d'une époque plus récente que celle des dolmens de la Bretagne.

Quand à la destination de ces monuments mégalithiques, il nous paraît assez évident que ce sont des tombes, bien qu'on ait voulu y retrouver les *autels des hauts lieux* (2) et les *pierres de témoignage* des Hébreux, dont il est fait mention dans la Bible (2).

Dès lors il est peu admissible que ce soit aux Hébreux qu'il faille en attribuer la construction. A l'époque d'Abraham, en effet, ils observaient déjà d'autres rites funéraires, puisque ce dernier acheta une caverne pour y ensevelir Sarah.

La Bible parle des géants qui habitaient la Palestine avant la venue des enfants d'Edom, d'Ammon, de Moab et d'Israël, issus d'Abraham. L'Ammonitide, où se trouvent disséminés ces dolmens, y est spécialement indiquée comme l'un de leurs territoires.

« Ce pays, dit l'historien sacré, est aussi réputé pays des Rephaïm. Les Rephaïm y avaient « demeuré auparavant et les Ammonites les appelaient Zanzoumim. C'était un peuple grand,

(1) La dalle d'entrée des dolmens de l'Inde porte aussi une ouverture, mais celle-ci est circulaire, plus petite, et n'est point encadrée, comme on peut le voir sur les dessins qu'en a donnés sir John Lubbock (*Prehistoric Times*, 2e édition, p. 120 et 121). — On sait d'ailleurs que certaines tribus montagnardes de l'Inde continuent à élever des dolmens et des menhirs dans leurs cérémonies funéraires.

(2) Henri Martin, *Origine des monuments mégalithiques* (lecture faite au Congrès international celtique de Saint-Brieuc) (*Revue des cours littéraires*, 4e année, 1867).

« considérable, de haute stature comme les Anakim; l'Éternel les détruisit de devant eux,
« ils les dépossédèrent et ils s'établirent à leur place (1). »

Serait-ce à ces hommes de haute stature qu'il faudrait attribuer l'érection des dolmens et des menhirs de la Palestine, ou faudrait-il remonter encore plus haut, dans les temps préhistoriques ? C'est une question que résoudraient peut-être des fouilles suivies dans ces curieuses nécropoles et aussi dans certains tertres artificiels, analogues à des tombelles que l'on observe dans la vallée du Jourdain.

On retrouve d'ailleurs des monuments mégalithiques d'un caractère encore plus grandiose dans les régions centrales de l'Arabie.

M. W. Palgrave a observé dans son aventureux voyage à travers la presqu'île arabique (2), des pierres levées gigantesques, brutes, disposées en cercle, et dont l'érection est attribuée, par les Bédouins du Schomer, au sorcier légendaire Darim. Dans la vue (2) qu'a donnée M. Palgrave de ces monuments, situés entre la contrée montagneuse du Schomer et le Nedjed, dans le Kazim et près de Kowarah, se trouvent figurés deux de ces piliers bruts surmontés d'un quartier de rocher qui sert de linteau à ce singulier portail et le fait ressembler aux mégalites analogues du monument également circulaire de Stone-Henge, en Angleterre. Ce cercle de menhirs n'est pas d'ailleurs le seul que l'on trouve dans ce pays. M. Palgrave en signale deux autres, à Rass et à Hévakia. Il est donc probable que ces monuments sont dus à des peuples antérieurs aux Hébreux.

Nous croyons, dans tous les cas, qu'on ne peut leur attribuer ces monuments, pas plus que les silex taillés dont nous avons parlé.

Mais nous voici arrivés, malgré nous, sur le terrain de l'archéologie; et si notre compétence pouvait être admise dans l'étude des premiers vestiges préhistoriques dont il est question au début de ce chapitre, nous sommes obligé de reconnaître notre insuffisance à l'égard de monuments qui se rapportent à des époques aussi voisines de l'histoire positive de ces régions. De plus érudits que nous diront quelle peut être la valeur des rapprochements que nous a suggérés le passage de la *Bible* que nous venons de citer, rapprochement sur lesquels nous nous garderons bien d'insister davantage.

Nous avons ici terminé notre tâche et nous laissons maintenant le lecteur à l'historien, après avoir essayé de lui retracer ces scènes de la nature ancienne qui forment, comme le

(1) Deutéronome, II, v. 20 et 21.
(2) W. Palgrave, *Récit d'un voyage d'une année dans l'Arabie du centre et de l'est, pendant* 1862 et 1863.

pensait si justement Leibnitz, l'introduction la meilleure qu'on puisse donner à l'histoire d'un pays.

Il nous suffit de l'avoir ainsi conduit depuis les temps reculés où la Palestine n'était qu'un fond de mer habité par les poissons et les mollusques secondaires, jusqu'à l'époque fort ancienne pour nous, mais géologiquement récente, où cette contrée, émergée et modelée comme elle l'est de nos jours, a subi l'empreinte d'abord grossière de l'homme, qui allait, de progrès en progrès, faire de cette terre privilégiée un foyer religieux, d'où la morale la plus pure et la plus généreuse devait rayonner sur le reste du monde.

---

# DEUXIÈME PARTIE

## ÉTUDE SPÉCIALE DE LA MER MORTE

---

# CHAPITRE XII

## FORMATION DU BASSIN DE LA MER MORTE

---

### 1° *De l'origine des lacs salés de dépressions.*

De tous les problèmes que l'étude de la géographie physique des continents offre chaque jour aux méditations des géologues, il en est peu qui méritent à un plus haut degré d'attirer leur attention que celui de l'origine des lacs salés ou mers intérieures.

Cette question a de tout temps préoccupé les physiciens, et les explications qu'ils ont proposées à cet égard s'appuient le plus souvent sur la probabilité d'une communication ancienne de ces bassins isolés avec des mers plus étendues.

Les théories déjà citées de Xanthus, de Straton, d'Ératosthènes, acceptées par la plupart des anciens philosophes, ont été consacrées par la grande autorité des noms de Buffon et de Pallas, en ce qui concerne les lacs salés de l'Asie occidentale.

Humboldt, en reprenant à fond cette question des lacs asiatiques, l'a dotée de tous les développements que sa vaste érudition et sa profonde connaissance de l'Asie lui permettaient d'y ajouter. Il l'a fait également profiter des résultats nouveaux dus aux recherches des académiciens russes, au sujet de la dépression de niveau de la mer Caspienne, ainsi que de ses propres découvertes sur la constitution physique de l'Asie centrale.

Cette étude remarquable lui a permis de conclure « *qu'avant les temps que nous appe-* « *lons historiques*, et à des époques très-rapprochées des dernières révolutions de la sur- « face du globe, les steppes salés du Touran étaient recouverts par une mer intérieure « comprenant l'Aral et la Caspienne. » Cette mer, à laquelle paraîtraient devoir se rapporter les traditions asiatiques relatives à l'existence primitive d'une *mer amère*, aurait pu communiquer d'un côté avec le pont Euxin, de l'autre, par des sillons plus ou moins larges, avec la mer Glaciale et les lacs Telegoul, Tagas et Balgache (1).

L'existence d'une nappe d'eau saumâtre qui aurait, à des époques antérieures à la nôtre, occupé de vastes surfaces autour de la Caspienne, en nourrissant, comme cette dernière mer, une faune d'un caractère intermédiaire entre celles des mers et des lacs actuels, paraît être, en effet, prouvée par les travaux des géologues qui ont depuis lors parcouru ces contrées, et l'on a donné le nom d'*aralo-caspiens* aux sédiments déposés par cette vaste masse d'eau.

Il était donc bien naturel de rattacher à cette mer ancienne l'origine des lacs salés, répandus en si grand nombre autour de la Caspienne, et cette découverte devait nécessairement exercer une grande influence sur les explications à proposer relativement à la formation des autres lacs salés en dépression de niveau par rapport à celui de l'Océan.

C'est à une influence de cette nature qu'a obéi notre savant confrère de la Société géologique, M. Angelot, lorsque, après avoir essayé de généraliser cette théorie, il s'est laissé entraîner à considérer la mer Morte et les autres lacs salés des dépressions circumméditerranéennes comme autant de laisses de cette mer asiatique, qu'il supposait avoir dû occuper le centre de l'ancien continent, et l'avoir ainsi divisé en trois terres distinctes (2).

En discutant cette opinion (3), D'Archiac a démontré l'impossibilité de l'existence, même à l'époque tertiaire, d'une communication marine entre la mer Morte et le bassin aralo-caspien, et l'on ne pourrait déjà point admettre que ces bassins eussent fait partie de la même mer.

(1) Humboldt : *Asie centrale*, t. II, p. 29.

Cette dernière partie des conclusions de Humboldt est loin d'être aussi bien établie que la première.

M. le professeur de Filippi, dans un voyage qu'il fit en Perse et sur les bords de la Caspienne n'a même pas craint d'affirmer, d'après les études qu'il a faites sur les aminaux qui vivent dans ses eaux, que cette mer intérieure n'a jamais communiqué avec l'Océan....

« Si puo dire con certezza che il mar Caspio non e mai stato in communicazione col mar generale, malgrado « l'opinione de molti fisici e naturalisti, e perfino de ll'istesso, Humboldt. » (*Atti della società italiana di scienze naturali*, t. VII, p. 280. Milan, 1864.)

(2) *Recherches sur l'origine du haut degré de salure de divers lacs placés dans le fond de grandes dépressions du sol des continents et en particulier de la mer Morte, suivies de considérations sur l'origine du sel gemme en couche* (*Bulletin de la Société de géologie*, 1re série, t. XIV, p. 356. 1843).

(3) *Histoire des progrès de la géologie*, t. I, p. 300.

D'un autre côté, on pouvait se demander s'il était absolument nécessaire, pour expliquer la salure des eaux de ces lacs de dépression, de leur attribuer à tous une origine océanique, et s'il n'était pas aussi naturel, dans la plupart des cas, de rechercher dans les terrains qui les environnent la source des sels que leurs eaux tiennent en dissolution.

Plusieurs des lacs salés de l'Asie septentrionale se trouvent, en effet, dans le voisinage de masses de sel gemme ou à proximité des terrains qui d'ordinaire sont les plus riches en dépôts salifères (1).

Il en est de même d'un bon nombre de ceux de la Russie méridionale. M. de Verneuil a depuis longtemps fait remarquer que les lacs salés du district d'Orenbourg, et en particulier le lac Elton dont la salure est si excessive, se trouvent situés sur le *Zechstein*, terrain qui d'ordinaire contient des dépôts considérables de sel gemme (2).

Les deux grands lacs salés de Rupschu et de Pankong, dans l'Himalaya, auraient couvert autrefois de leurs eaux, alors douces, des millions de milles carrés qui sont aujourd'hui à sec. M. Schlaginweit, qui les a explorés, regarde leur transformation en lacs salés comme une conséquence de leur diminution graduelle, qui a amené la concentration des matières salines (3)

Dubois de Montpéreux, dans l'atlas de son *Voyage autour du Caucase*, a marqué divers dépôts puissants de sel gemme dans le bassin tertiaire de l'Arménie centrale, et il en donne des coupes qui montrent leur importance.

M. Abich, qui a tant contribué a faire connaître les lacs salés de l'Arménie, a, dans la suite, confirmé ces observations (4).

L'un de ces gîtes de sel, celui de Natchevan, n'est pas éloigné du lac Ourmiah, qui probablement, ainsi que le lac Van, doit sa salure au voisinage de ces dépôts.

La salure de ces deux lacs peut naturellement provenir de la proximité de gîtes salifères

(1) Voir à ce sujet la carte géologique de l'Asie septentrionale qui accompagne le 2e volume des *Archives d'Ermann*, dans laquelle sont indiqués par une couleur spéciale les gîtes de sel gemme et de gypse. (*Ermann's Archives für wissen schaftliche Kunde von Russland*), t. II, 1842.

(2) *Bulletin de la Société géologique de France*, 1re série, t. XIV, p. 266 et 391, 1843.

Le lac Elton, le plus important des lacs salés exploités pour leur sel par les Russes, a 18 lieues de tour; il occupe le fond d'une dépression du steppe des Kirghis et n'a pas d'issue. Il est alimenté par un grand nombre de sources salées.

Les eaux des cours d'eau qui se rendent dans le lac Elton, le Charisacha et le Gorkoï-Jerik, sont salées et riches en chlorures de magnésium.

Le premier charrie au lac Elton des masses considérables de chlorures de magnésium et de sodium; le second, lui apporte, en outre, du chlorure de calcium en abondance. (Voir les analyses de M. Gœbel in Bischof : *Der chemischen und Physikalischen, Geologie*, 1864).

(3) Sillimann, *American journal of science*, t. XXIX, p. 245, 1860.

(4) *Mémoires de l'Académie de Saint-Pétersbourg*, 6e série, t. IX, 1859.

importants (Tabriz, Khoy, etc.) comme aussi du voisinage de sources minérales chaudes, acides et sulfureuses, qui sont proches du lac Ourmiah.

Le grand lac salé de Kodj-Hissar, situé également en Asie Mineure au milieu des steppes de la Licaonie, est bordé à l'est par une ligne de falaises de grès crétacés surmontés de calcaires tertiaires, qui, suivant M. Hamilton pourraient être considérés comme le prolongement des terrains où l'on exploite, dans une province voisine, en Galatie, du sel gemme, depuis des temps très-reculés (1).

On a encore signalé des dépôts de sel dans le voisinage des lacs salés *Chotts* ou *Sebkhas* de l'Afrique septentrionale.

MM. Fournel et Renou ont fait connaître les masses salines et les montagnes de sel (*Jebel-Melah*) qui sont répandues en Algérie dans le voisinage des *Chotts*. M. Coquand a cru pouvoir rattacher ces bancs salifères au terrain éocène; d'après d'autres auteurs, ils seraient placés à la limite de la craie supérieure et des terrains tertiaires.

M. Dubocq, dans son travail sur la *Constitution géologique des Zibans*, attribue la salure des *Chotts* « au dépôt de matières salines dont les eaux se chargent dans leur parcours, et « qu'elles abandonnent ensuite lorsqu'elles sont absorbées par les rayons solaires, ainsi « que cela s'observe pour tous les bassins fermés de l'Algérie (2). »

Nous avions toujours pensé et dit, depuis notre voyage à la mer Morte, que rien n'était moins établi que l'ancienne occupation, par l'Océan, à l'époque quaternaire, des bassins à chotts de l'Algérie qu'on avait reconnu se trouver en dépression de niveau par rapport à la Méditerranée.

On sait que depuis les voyages de MM. Martins, Desor, etc., dans la province de Constantine, l'idée d'une ancienne mer saharienne, dont le dessèchement aurait eu pour conséquence la réduction des glaciers quaternaires des Alpes, était fort en faveur dans la science. MM. Virlet et Laurent avaient même entrepris de prouver, en s'appuyant sur des documents empruntés aux traditions de l'antiquité, que la mer pénétrait encore à une époque déjà historique, dans le Sahara, par le golfe de Gabés, et allait remplir l'espace occupé par la dépression du Chott-Melghigh.

M. Pomel, qui connaît si bien la géologie de l'Algérie, et avec lequel j'avais souvent eu occasion de causer de ce sujet, m'avait confirmé dans l'idée contraire en m'assurant qu'il n'y avait pas trace, sur les bords du Sahara, d'une mer quaternaire et que, tout au plus, il

(1) Hamilton : Geology of part of Asia Minor, *Transact of the geol. Soc. of London*, 2e série, t. V, p. 589.
(2) *Annales des mines*, 5e série, t. II, p. 249, 1853.

pouvait y avoir eu une mer intérieure comme la Caspienne et dont les Chotts seraient peut-être les résidus. La question est résolue aujourd'hui.

M. le capitaine Roudaire ayant proposé d'inonder le Sahara en perçant l'isthme de Gabès, et de créer ainsi une mer intérieure isolant l'Algérie de la fournaise africaine, M. Fuchs a été reconnaître l'isthme et l'a trouvé constitué, non pas par un amoncellement de sable, mais par un barrage crétacé, ce qui exclut toute idée de communication des chotts avec la Méditerranée (1).

Les chotts ne doivent donc leur salure qu'à la richesse salifère des terrains environnants et à l'immense évaporation qui se produit dans cette région.

Ainsi s'évanouissent les principaux arguments invoqués par les partisans de l'origine océanique des lacs salés de dépressions, et se confirment en même temps les vues opposées que nous avions, dès 1865, cherché à faire prévaloir (2).

Nous pourrions encore trouver d'autres exemples favorables à notre thèse dans les autres régions du globe.

En Amérique, M. Frémont a attribué la salure du grand lac salé des Montagnes Rocheuses à des bancs considérables de sel que l'on observe, au Sud, dans les formations secondaires des environs du lac d'Utah (3).

Le nom de l'un des affluents du grand lac salé, le *Rio-Salado*, indiquerait d'ailleurs assez l'influence qu'exercent sur sa salure les terrains environnants.

Dans une note à l'appui des conclusions que nous présentions en 1865 à la Société géologique, au sujet des lacs salés de dépression, M. Virlet fit de plus connaître le résultat de ses observations sur les lacs salés du Mexique, dont la salure est de nature très-variable et lui a paru se rattacher aux propriétés salifères spéciales de leurs bassins respectifs, qui en seraient l'unique origine.

Les steppes salés et les lacs salés de l'Amérique du Sud (Pérou, Bolivie, Chili, Patagonie) doivent aussi très-probablement leur salure à des causes analogues. Alcide d'Orbigny les considérait comme étant d'origine océanique; mais M. Darwin, se fondant sur l'analyse de quelques-uns de ces sels, sur leur extrême pureté ainsi que sur l'absence de l'iode, a émis un avis contraire à celui de d'Orbigny (4).

(1) On le voit, les *chotts*, que nous comparions à la mer Morte, se trouvent dans des conditions toutes semblables à celles que nous avons reconnues à ce dernier lac, également séparé de la mer Rouge (avec laquelle on le croyait pareillement en communication) par un barrage crétacé.

(2) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2e série, t. XXII, p. 420 et suivantes.

(3) *Repport of the exploring Expedition*... Washington, p. 150-153.

(4) *Geol. Observ. South. America*, 1846.

Enfin les lacs salés et sans issues de l'Australie paraissent être non pas, ainsi que l'avait suggéré M. Selwyn, des laisses de la mer restées dans les dépressions du terrain (1), mais bien de véritables bassins d'évaporation où viennent se réunir des eaux qui ont traversé des grès secondaires fortement imprégnés de sels.

On le voit, presque partout la salure de ces lacs et leur dépression de niveau par rapport à celui de l'Océan, ont suggéré d'abord, aux observateurs superficiels de nos temps comme aux philosophes de l'antiquité, l'explication naïve qu'ils tiraient de l'analogie de ces lacs salés avec les marais salants. Les uns et les autres devaient avoir une même origine, c'est-à-dire être des laisses plus ou moins récentes de la mer.

Mais en y regardant de plus près et en étudiant les conditions d'existence de ces lacs, non plus sur une carte géographique, mais sur le terrain même, les géologues retrouvent facilement les conditions de richesse salifère et de concentration des dissolutions par l'évaporation, qui suffisent à expliquer les faits sans les forcer à recourir à l'intervention légendaire, fabuleuse ou hypothétique de communications océaniques antérieures.

C'est ce que nous avons essayé de prouver dès notre retour de la mer Morte (1), et ce qui ressort suffisamment, comme on a pu s'en apercevoir, de l'étude géologique générale qui précède.

Toutefois, à raison de l'importance tout exceptionnelle de ce type extrême des lacs salés de dépression, comme aussi de la place dominante qu'il a occupée dans les instructions du duc de Luynes, dans nos explorations et recherches, enfin dans notre travail, on ne sera point surpris de nous voir traiter ici avec quelques détails les questions qui se rapportent à ses caractères physiques, à son origine et à son histoire géologique.

Nous examinerons d'abord, une à une, les hypothèses qui ont été émises pour expliquer la formation de ce bassin si déprimé, véritable point singulier sur le globe, et sur la nature et l'histoire duquel la curiosité humaine restera sans doute toujours éveillée.

Nous avons vu que M. Angelot, en essayant de soutenir, pour l'origine des lacs salés de dépression, l'hypothèse que nous avons combattue, s'était particulièrement attaché à prendre la mer Morte pour exemple. Cela devait être, car assurément elle est le type le plus accentué de ces lacs salés, et si l'on expliquait sa formation sans intervention des mers voisines, c'était un argument capital contre ses idées.

Cependant l'existence des bancs de sel gemme du Jebel Usdoum, sur les bords de la mer

(1) *Geology of the colony of Victoria.*
(2) *Bulletin de la Société de géologie*, *loc. cit.*, 1865.

Morte, signalée de temps immémorial et relatée dans les chroniques des croisades, était un fait bien connu de notre savant confrère. Mais loin d'y voir un indice de la richesse salifère des terrains environnants, il a cherché à l'expliquer d'une façon favorable à sa théorie en supposant que les eaux du lac, plus hautes à une certaine époque, avaient pu déposer ces bancs de sel gemme.

M. d'Archiac lui objecta avec justesse que « s'il y a eu un moment où l'état de satura-
« tion de la mer Morte a facilité la formation des masses de sel qui sont sur ses bords, on
« ne voit pas pourquoi, aujourd'hui que le niveau est plus bas, sa saturation se trouve
« moindre que lorsque les eaux étaient plus élevées, la cause d'affaiblissement de la salure
« du lac Tibériade n'existant pas pour la mer Morte (1). »

Aussi, sans vouloir aucunement contester pour certains lacs, tels, par exemple, que les bassins fermés des Bouches-du-Rhône ou ceux qui bordent le littoral méditerranéen de la basse Égypte, la possibilité d'une origine océanique, nous ne pensons point cependant que pour un bon nombre de ces bassins continentaux et, en particulier, pour la mer Morte, il soit nécessaire de recourir à l'hypothèse de M. Angelot pour expliquer leur salure.

De ce que les dépressions continentales auraient toutes leur fond occupé par des étendues plus ou moins considérables de sel ou d'eau salée, doit-on nécessairement en conclure, avec lui, que toutes ces dépressions sont autant de fonds détachés d'anciennes mers où l'évaporation aurait déterminé un accroissement de la salure des eaux en même temps que l'abaissement de leur niveau?

La position exceptionnelle de ces bassins ne peut-elle donc pas favoriser une accumulation progressive, dans leur fond, des matériaux salins que les eaux superficielles et même souterraines enlèvent sans cesse aux sédiments qui les avoisinent?

Lorsque les terrains qui environnent un lac renferment des couches extrêmement riches en sel, on concevra facilement l'effet puissant que cette nouvelle cause doit exercer sur la concentration de ses eaux.

Le lac soumis ainsi à l'influence combinée de cette richesse salifère des eaux, auxquelles il sert de réceptacle final, et d'une évaporation active, pourra atteindre à la longue un degré de salure tout à fait anomal.

La mer Morte est un des lacs salés où cette double cause de concentration montre le plus clairement son influence et où elle a également produit les plus grands effets.

L'importance de l'étude de son bassin pour la solution des questions relatives à l'origine

(1) *Histoire des progrès de la géologie.*

des lacs salés de dépressions, n'a pas échappé à M. Angelot, ainsi que le prouvent le titre même de son travail et les réserves suivantes dont il a accompagné ses conclusions :

« L'étude approfondie de la mer Morte, disait en terminant notre savant confrère, pourra « éclaircir la question et peut-être renverser une partie de notre hypothèse ; mais tout ce « que nous connaissons, quant à présent, des terrains de son bassin paraît l'appuyer plutôt « que le contredire (1). »

A l'époque où M. Angelot écrivait ces lignes (1843), on n'avait que peu de renseignements positifs sur la géologie de ce bassin.

Les explorations ultérieures de Russegger et d'Anderson n'ont pas jeté, comme on va le voir, un grand jour sur cette question.

Nous discuterons toutefois les hypothèses de ces voyageurs, ainsi que quelques autres théories proposées au sujet de la formation de la mer Morte, et nous exposerons les résultats de nos propres recherches ainsi que la solution du problème qui nous paraît la plus conforme à l'observation des faits.

Le lecteur assez patient pour nous suivre jusqu'au bout de notre travail jugera si l'étude détaillée que nous avons pu faire de la mer Morte, grâce aux conditions tout exceptionnelles dans lesquelles nous avons fait cette exploration, a réussi « à éclaircir la question » et à substituer aux hypothèses de M. Angelot et de ses successeurs une explication des faits plus satisfaisante.

Grâce à l'étude générale de la géologie de la Palestine, qui constitue la première et la plus importante partie de ce travail, il sera, nous osons l'espérer, aisé de comprendre les preuves que nous aurons à faire valoir, sans qu'il soit besoin d'insister longuement sur leur justification.

### *2° De l'hypothèse de l'ancien prolongement du cours du Jourdain jusqu'à la mer Rouge.*

Nous avons vu, en traitant de la géographie physique de la Palestine (2), que le trait principal de l'orographie de cette contrée était ce vaste *sillon* composé de vallées, parfois très-profondes, qui constitue une limite si naturelle entre les régions méditerranéennes de la Palestine où s'étend la domination turque et les hauts plateaux déserts de l'est que parcourent sans cesse les tribus nomades des Bédouins.

(1) Angelot, *loc. cit.*, p. 389.
(2) Chapitre Ier.

Ce sillon, dont le Jourdain et la mer Morte occupent la partie la plus déprimée a sa continuation dans l'immense *fossé* de l'Arabah, qui relie la mer Morte à la mer Rouge.

La découverte, faite en 1812 par Burkhardt, de cette immense vallée reliant les deux mers fit aussitôt naître dans l'esprit des premiers voyageurs et géographes qui en eurent connaissance l'idée fort naturelle que c'était un ancien chenal par où le Jourdain allait autrefois jeter ses eaux dans le golfe d'Akabah.

En 1828, M. Léon de Laborde, après avoir parcouru la région, s'appuya sur une suite de relevés topographiques exécutés par lui depuis Akabah jusqu'à Petra, ainsi que sur les textes bibliques, et vint de plus émettre l'opinion que le cours du Jourdain avait été interrompu lors de l'événement qui provoqua la destruction des villes maudites. Cette interruption avait naturellement amené la formation de la mer Morte.

M. Letronne (1), après avoir tiré des mêmes textes une interprétation différente, éleva le premier (2) des doutes sur la réalité de cette ancienne communication fluviatile du bassin de la mer Morte avec celui de la mer Rouge. Il s'appuyait surtout sur des considérations d'hydrographie tirées de la carte même de MM. de Laborde et Linant-Bey. Rappelant à ce propos que Seetzen avait remarqué l'existence de puissants cours d'eau qui se rendaient du Ghòr méridional dans la mer Morte, il conclut de la direction différente des vallées latérales, dans le nord et dans le sud de l'Arabah, à l'existence d'un versant anticlinal au milieu de ce prétendu chenal. Ce double versant établissait donc l'indépendance complète des deux bassins hydrographiques de la mer Morte et de la mer Rouge.

Mais les prévisions de M. Letronne résultaient simplement d'idées spéculatives uniquement basées sur un petit nombre d'observations dues précisément à des voyageurs dont l'opinion était directement opposée à la sienne; elles ne pouvaient donc pas lutter avec avantage contre l'idée si séduisante de l'interruption du Jourdain lors du désastre de la Pentapole.

En effet, il ne manqua pas d'adversaires, parmi lesquels nous devons citer un des membres les plus respectables et les plus distingués du clergé français, notre vénérable ami M. l'abbé Caneto, qui essaya de soutenir la thèse opposée en appelant à son aide toutes les ressources de son érudition et de son savoir (3).

(1) *Journal des savants*, octobre 1835, p. 596.

(2) M. le capitaine Callier, dans un voyage qu'il avait entrepris en 1838, en Arabie Pétrée, avait déjà remarqué à l'ouest de l'Arabah deux systèmes opposés de direction dans les cours d'eau qui s'y rendent; mais il ne fit connaître les doutes que cette remarque lui avait inspirés sur l'ancienne continuation du Jourdain jusqu'à la mer Rouge, qu'après la communication de M. Letronne (*Journal des savants*, janvier 1836. *Lettre à M. Letronne*).

(3) Réfutation de l'opinion de M. Letronne sur le cours du Jourdain et la formation de la mer Morte (*Archives de philosophie chrétienne*, juin 1836, t. XII, p. 422).

La question en serait peut-être restée là si, en 1837, les mesures hypsométriques de MM. Moore et Beck et les observations barométriques de Schubert n'étaient venues révéler à l'Europe savante l'existence de l'énorme dépression du niveau des eaux de la mer Morte, que Seetzen et Burkhardt croyaient être plus élevé que celui de la Méditerranée.

M. de Bertou, qui avait fait dans le Liban la connaissance de M. Moore et avait appris de lui l'existence de cette dépression, entreprit de la mesurer avec plus de précision et il en fixa le chiffre à 419 mètres (1).

Cette évaluation fut taxée d'une forte exagération par M. le capitaine Callier qui crut, à tort, devoir la réduire à 200 mètres. Néanmoins le résultat des observations de M. de Bertou est un de ceux qui se rapprochent le plus de la vérité (392 mètres).

La connaissance de cette énorme dépression fournissait déjà aux adversaires de l'idée d'un ancien écoulement du Jourdain dans la mer Rouge un argument bien puissant.

M. de Bertou, en parcourant pour la première fois l'Arabah dans toute sa longueur, put enfin résoudre définitivement cette question, en donnant aux prévisions de M. Letronne une éclatante confirmation.

Il constata en effet l'existence, au milieu de ce désert, d'un double versant dont la ligne de faîte se trouve indiquée sur sa carte à peu près vers la latitude de Pétra et devait s'élever, suivant les évaluations approximatives de ce consciencieux et savant voyageur, à 160 mètres environ *au-dessus* de la Méditerranée (2).

Dès lors le problème paraissait résolu, au moins au point de vue de la géographie physique. En face de cette dépression considérable de la mer Morte, vers laquelle concourent les affluents du Waddy-Arabah et qu'une selle de 160 mètres (3) séparait de la mer Rouge, il était difficile de croire encore à l'ancien écoulement du Jourdain dans le golfe d'Akabah. On aurait pu, il est vrai, pour conserver cette explication, recourir à l'hypothèse d'affaissements gigantesques; mais ces affaissements n'auraient pu se produire sans déranger fortement l'horizontalité des sédiments du fond de la vallée. C'est ce que l'étude stratigraphique de ces dépôts ne permet pas d'admettre.

Nous avons d'ailleurs dit dans le chapitre consacré à la description du terrain crétacé que l'étude attentive du sol, aux environs du partage des eaux de l'Arabah, nous a permis de mettre hors de contestation que la ligne de faîte en est constituée par un

(1) Description de la vallée du Jourdain et du lac Asphaltite : *Bulletin de la Société de géographie*, 2e série, t. XII, 2e partie, p. 161.

(2) Voir la carte de M. de Bertou. *Bulletin de la Société de géographie*, 2e série, t. XII, 1839.

(3) Nous avons vu que M. Vignes a porté cette altitude du partage des eaux de l'Arabah à 240 mètres.

véritable barrage crétacé séparant d'une façon complète les deux versants anticlinaux de ce désert (1).

A cette altitude, les terrains crétacés ne sont plus recouverts que par leurs propres débris et n'offrent aucune trace du passage d'un ancien cours d'eau se dirigeant vers la mer Rouge.

Il est d'ailleurs à remarquer que dans les alluvions anciennes du waddy Arabah, les galets paraissent devenir de plus en plus gros, à mesure que l'on se rapproche, en marchant vers le sud, du partage des eaux. A cette preuve de la direction vers la mer Morte des anciens cours d'eau qui ont entraîné et déposé ces sédiments, viendrait également s'ajouter la présence, vers l'extrémité sud-ouest de ce lac, de cailloux appartenant à des variétés de porphyres feldspathiques quartzifères dont nous n'avons observé les gisements qu'au sud de ce point.

On voit donc qu'alors bien même que la mer Morte n'aurait pas été située au-dessous du niveau de la mer, les faits ne se seraient pas prêtés à l'hypothèse de l'ancien écoulement du Jourdain dans la mer Rouge.

Mais ces faits n'étaient point alors connus, et à cette première hypothèse allait s'en substituer une autre aussi peu fondée.

### 3° *De l'hypothèse d'une ancienne communication marine de la mer Morte avec les mers environnantes, et spécialement avec la mer Rouge.*

Si l'existence bien constatée de la dépression du bassin de la mer Morte tendait à exclure toute possibilité d'une continuation primitive du cours du Jourdain jusqu'à la mer Rouge, elle favorisait, au contraire, l'idée plus nouvelle d'une ancienne communication marine des deux mers.

Cette dernière et séduisante hypothèse ne s'accordait pas cependant avec la divergence des cours d'eau des deux côtés de la ligne de faîte de l'Arabah, et surtout avec l'élévation de ce point de partage des eaux au-dessus de la mer Rouge.

Pour lever cette dernière difficulté, il fallait admettre que cette ligne anticlinale était le résultat d'un soulèvement probablement occasionné par la sortie des roches éruptives dont on avait signalé l'existence aux environs du partage des eaux.

Un tel soulèvement séparant du golfe d'Akabah le bras de mer qui aurait occupé la dépression où se rendent aujourd'hui les eaux du Jourdain, cette nappe d'eau salée, soumise à une évaporation active, aurait vu son niveau baisser successivement jusqu'à ce que l'équilibre se

(1) Voyez chapitre V, p. 92, et la carte géologique du bassin de la mer Morte, Pl. I.
Nous avons découvert dans les terrains constituant cette ligne de partage des fossiles tels que des *baculites* qui ne laissent subsister aucun doute sur leur âge crétacé.

fût établi entre la précipitation atmosphérique et l'absorption par les rayons solaires. De là devaient naturellement résulter l'extrême salure et l'énorme dépression de niveau des eaux de la mer Morte.

Sans vouloir appeler de nouveau ici à notre aide, pour combattre cette hypothèse, les secours que l'hydrographie de cette contrée a si heureusement fournis à M. Letronne, nous examinerons tout d'abord l'âge et la nature des roches éruptives des environs du point de partage des eaux de l'Arabah. Nous pourrons ainsi nous rendre compte de l'influence que leur sortie a pu exercer sur l'exhaussement des terrains qui constituent ce barrage transversal.

On a vu, dans un des chapitres précédents (1), que les résultats de nos recherches sur les relations de ces roches éruptives avec les terrains stratifiés qui les avoisinent, nous ont conduit à penser qu'elles sont loin d'être venues au jour à des époques rapprochées de la nôtre.

L'apparition de ces roches qui sont, pour la plupart, des porphyres quartzifères, paraît avoir été antérieure non-seulement aux calcaires crétacés qui constituent la ligne anticlinale du partage des eaux de l'Arabah, mais encore à celui des grès et psammites, plus anciens, qui bordent à l'est le waddy Arabah ainsi que la mer Morte.

Il suffirait d'ailleurs, pour détruire l'hypothèse, que ces roches fussent antérieures aux dépôts marins crétacés dont nous venons de parler, et c'est un point qui ressort avec assez d'évidence de l'étude géologique qui précède, pour qu'il soit superflu d'y revenir ici.

On ne saurait donc, comme on l'a fait, persister à attribuer à ces roches éruptives des environs du partage des eaux une action soulevante postérieure à l'émersion des dépôts crétacés et nummulitiques, puisque ces roches sont venues au jour à une époque antérieure à la formation même de ces dépôts.

Les soulèvements dont on observe la trace dans cette région sont ceux qui ont déterminé l'émersion, du sein de l'océan tertiaire, des couches crétacées et éocènes qui constituent la charpente montagneuse de la région.

Ces soulèvements sont dans tous les cas antérieurs à la formation du waddy Arabah, dont les alluvions les plus anciennes ne paraissent pas avoir subi de dérangement sensible depuis leur dépôt.

Les porphyres ne peuvent avoir eu, dans ce soulèvement général des dépôts crétacés et éocènes, qu'un rôle purement passif. Tout au plus, à raison de leur compacité plus grande, ont-ils pu agir comme des coins ou leviers gigantesques sur les roches plus tendres soulevées en même temps qu'eux, et cela expliquerait certaines particularités de stratification que présentent, en certains points, au voisinage des porphyres, les couches crétacées, par-

(1) Chapitre III, p. 27 et suivantes.

ticularités qui ont pu tromper des voyageurs peu habitués aux observations géologiques.

Dans tous les cas, les seuls phénomènes appréciables de soulèvements (1) que l'on observe dans l'Arabah sont antérieurs à la formation de ce vaste fossé. Ils ont eu pour résultat de déterminer l'émersion de cette région du sein de l'océan tertiaire, et ont donné au pays sa physionomie orographique générale, avant l'achèvement de son modelé actuel, la formation des vallées et de dépôt de leurs plus anciennes alluvions.

Il n'aurait donc pu interrompre la communication marine entre la mer Rouge et la mer Morte, par l'intermédiaire du grand chenal de l'Arabah, puisqu'ils sont concomitants avec l'émersion du pays et antérieurs au creusement des deux vallées anticlinales qui constituent ce soi-disant chenal.

A ces raisons, qui nous semblent péremptoires, viennent d'ailleurs se joindre des preuves négatives tendant également à établir l'indépendance complète, dès l'origine, des deux bassins et la non-existence de toute communication marine entre les deux mers. Ce sont, d'abord l'absence complète, sur les bords du lac Asphaltite, à diverses hauteurs, comme aussi sur toute l'étendue de terrains qui le sépare de la mer Rouge, de dépôts post-nummulitiques d'un caractère océanique, venant témoigner de l'ancienne occupation de ces bas-fonds par la mer Rouge ; ensuite, le manque, dans tous les terrains superficiels de l'Arabah et du bassin de la mer Morte, de fossiles marins qui puissent attester la présence en ces lieux d'un bras de mer, depuis l'émersion des terrains crétacés et éocènes (2).

Nous pourrions encore mentionner ici un autre ordre de preuves négatives résultant des différences de composition qui existent entre les eaux de la mer Morte et celles de l'Océan. Lors de la présentation des premiers résultats de notre étude à l'Académie des sciences (3), M. Élie de Beaumont, après avoir insisté sur ces différences, fit remarquer combien nos recherches confirmaient certains de ses aperçus. M. Malaguti, le savant doyen de la Faculté de Rennes, nous fit savoir qu'ayant essayé une quantité assez considérable du sel provenant de l'évaporation spontanée des eaux de la mer Morte (correspondant à 7 kilogrammes et

(1) Le mouvement d'exhaussement général auquel est due l'émersion des plages de la Méditerranée et de la mer Rouge, n'a soulevé ces plages qu'à de faibles altitudes (ainsi qu'on l'a vu dans un des précédents chapitres).

Il n'a pu avoir d'action bien sensible sur l'exhaussement relatif des calcaires crétacés du point de partage des eaux de l'Arabah.

(2) On doit en effet penser que la découverte du *Porites elongata*, rapporté par M. le marquis de l'Escalopier, à la suite d'une courte visite à la mer Morte, et donné par lui au Muséum d'histoire naturelle de Paris, est le résultat d'une de ces supercheries que l'appât du *bakchich* rend si fréquentes, dans ces contrées.

Ce polypier provient sans doute du golfe d'Akabah, où cette espèce est si répandue et d'où il aura été rapporté par les Arabes ou par quelque drogman.

Il est regrettable que Humboldt ait prêté le crédit de son autorité à cette prétendue découverte, qui a toutes les apparences d'une mystification, et n'a reçu depuis quarante ans aucune confirmation.

(3) *Comptes rendus*, 17 avril 1865.

demi d'eau de cette mer), il n'y avait point trouvé d'argent comme dans les eaux de l'Océan. Selon les prévisions du savant chimiste, il eût dû en isoler, sur ce volume, des quantités très-appréciables si les eaux de la mer Morte en eussent contenu seulement autant que celles de l'Océan, moins salées et moins concentrées que les siennes.

De plus, en confirmation de notre note à l'Académie des sciences, MM. Robinet et J. Lefort donnèrent bientôt, dans le *Journal de pharmacie et de chimie* (avril 1866), un travail sur l'*analyse chimique de l'eau de la mer Rouge* qui acheva de mettre en évidence les différences de composition existant entre les eaux de cette mer et celles de la mer Morte, et amena ces savants chimistes à accepter entièrement nos conclusions.

L'eau de la mer Rouge, en effet, a, sauf une minéralisation un peu plus élevée, la plus grande analogie avec l'eau de la Méditerranée et, par suite, avec celle de l'Océan, avec laquelle les eaux de la mer Morte présentent de si grandes différences.

On verra dans la suite, lorsque nous traiterons de la salure et des analyses des nombreux échantillons d'eau que nous avons rapportés de la mer Morte, combien ces différences de composition sont sensibles.

Prenant donc en considération : 1° l'absence de débris d'organismes marins dans les plus anciens sédiments du bassin; 2° le caractère fluviatile des dépôts post-éocènes de l'Arabah; 3° les indices qui nous révèlent la direction vers la mer Morte des cours d'eau qui les ont déposés; 3° la non-existence de tout soulèvement important postérieur à la formation des vallées actuelles, au milieu de l'Arabah; 4° les différences que présente la nature des eaux de la mer Morte avec celles de la mer Rouge et de l'Océan, on voit que les observations géologiques s'accordent, de tout point, avec les idées déduites de l'étude de la géographie physique de la contrée.

Les deux ordres d'observations et les résultats importants auxquels ils conduisent, nous portent à rejeter l'hypothèse d'une communication marine de la mer Morte avec la mer Rouge, tout autant que celle fondée sur l'ancienne continuation du cours du Jourdain jusqu'à cette dernière mer.

### 4° *Théories diverses émises à propos de l'origine de la mer Morte.*

Si nous nous sommes étendu si longuement dans la discussion de ces deux hypothèses relatives à l'origine de la mer Morte, c'est qu'elles ont fait l'objet de longs et intéressants débats, et qu'elles comptent parmi les éléments principaux de l'histoire de cette question. Il serait inutile d'examiner avec le même soin toutes les théories qui ont été hasardées à ce

sujet et, en particulier, celles qui sont fondées sur une ancienne communication souterraine entre le lac Asphaltite et les mers qui l'avoisinent. Russegger a justement qualifié cette idée de *non-sens physique :* car, en supposant cette communication possible, il ne pourrait exister une aussi forte disproportion de niveau entre deux nappes d'eau voisines et communiquant entre elles.

On ne doit pas non plus s'arrêter aux théories fondées sur l'affaissement du sol par suite de l'inflammation des matières combustibles que l'on croit généralement répandues en si grande abondance, aux abords de la mer Morte.

On peut, à ce sujet, se borner à faire observer que les calcaires bitumineux ne sont devenus tels, selon toutes probabilités, qu'à la suite d'émanations souterraines, et qu'ils ne constituent que de simples accidents isolés et assez circonscrits au milieu des couches crétacées des environs du lac Asphaltite. Un de ces accidents d'imprégnation des calcaires crétacés que tous les pèlerins traversent dans leur visite annuelle au Jourdain, à Nébi-Musa, n'a pas peu contribué à accréditer cette hypothèse, qui n'est pas justifiable au point de vue scientifique (1).

Quant aux fragments de soufre, dont la dissémination sur les bords de la mer Morte est loin d'être aussi abondante qu'on l'a dit, ils sont tous associés intimement au gypse ou à proximité de cette substance. On doit donc croire que ce soufre se trouve là dans les conditions habituelles à celui qui accompagne presque partout le gypse et provient dans beaucoup de cas de la réduction de ce sulfate de chaux (2).

Dès 1850, Hichcock, d'après les renseignements à lui fournis par les missionnaires américains, avait admis l'existence d'une faille s'étendant d'Akabah à la vallée du Jourdain (3).

Aussi Lynch, dans une lettre au docteur Anderson, avait-il spécialement appelé son attention sur l'influence qu'un phénomène de cette nature pouvait avoir exercée sur la formation de cette vallée. Nous verrons, dans la suite, ce qu'il y avait de fondé dans cette hypothèse et le parti que Russegger et Anderson en ont tiré.

(1) On ne doit pas oublier que M. Gaillardot, l'un de ceux qui ont cherché dans l'inflammation des calcaires bitumineux une explication de l'affaissement du bassin de la mer Morte (*Note sur la mer Morte et la vallée du Jourdain.* — *Annales de la Soc. d'émulation des Vosges*, t. VI, 1849), faisait de la géologie dans des conditions fort peu favorables à l'observation. C'était pendant la guerre de la Porte avec l'Égypte, et au milieu de l'action, que M. Gaillardot a parcouru le nord du bassin de la mer Morte, obligé de partager ses soins entre les blessés et les recherches vers lesquelles l'entraînait son goût prononcé pour l'histoire naturelle. M. Gaillardot nous a paru d'ailleurs disposé, lors de notre passage à Alexandrie, à abandonner, tout le premier, cette hypothèse.

(2) C'est principalement aux environs du Jebel Usdom (la montagne de sel) que l'on rencontre des bancs considérables de gypse : de là la, fréquence, dans ses environs, de fragments de soufre. A la Liçan, nous avons trouvé associés aux morceaux de gypse, si communément répandus dans les marnes qui constituent cette presqu'île, des morceaux de soufre *qui leur sont adhérents et font corps avec eux.*

(3) *Transact. Assoc. Americ. geol.*, p. 348 ; Boston, 1841-42.

### 5° *Opinion de Russegger sur la formation du bassin de la mer Morte.*

Russegger, en admettant l'existence d'une fente, a trop exagéré l'influence des phénomènes volcaniques dans la formation du bassin de la mer Morte qu'il regardait, ainsi que le lac Tibériade, comme des dépressions cratériformes produites le long de la fissure.

« Dans une catastrophe violente et volcanique, dit-il, la fente s'est ouverte, les « couches qui la recouvraient se sont déchirées, et il en est résulté une dépression consi- « dérable du sol depuis Jebel et Scheikh jusqu'au waddy Arabah. (1) »

Il est impossible de méconnaître dans cette contrée l'importance des phénomènes volcaniques et les changements qu'ils peuvent avoir amenés à la surface des reliefs qui limitent à l'est le lac Asphaltite. Nous avons fait connaître ces épanchements basaltiques et les coulées dont certaines viennent même aboutir à la mer Morte, principalement sur trois points de son rivage oriental (2).

Mais nous avons vu que ces coulées basaltiques avaient dû s'épancher à une époque géologique assez rapprochée de la nôtre, et que les dernières d'entre elles suivaient même le lit actuel des torrents, ce qui prouve qu'une partie de ces éruptions n'a même dû se faire qu'après l'entier creusement des vallées actuelles, alors que la contrée avait subi toutes les influences auxquelles elle doit son modelé actuel. Il y a d'ailleurs lieu de croire que ces roches n'ont fait, dans leur sortie, que profiter de fractures préexistantes, sans que leur éruption ait été accompagnée d'efforts dynamiques assez puissants pour avoir jamais pu apporter à la constitution du bassin de la mer Morte des modifications importantes.

Russegger avait ensuite examiné la probabilité de l'existence, avant la formation de la dépression du bassin de la mer Morte, d'une pente continue suivant laquelle le Jourdain aurait porté ses eaux à la mer Rouge. Il a repoussé cette idée ainsi que celle de l'interruption du prétendu prolongement du cours de ce fleuve.

Il paraît admettre ensuite que lors de la formation de la dépression, les eaux accumulées par ce fleuve auraient été réduites par l'évaporation, de façon à ne pouvoir atteindre le point le plus élevé du barrage qui les sépare de la mer Rouge. Après bien des oscillations dans leur niveau, les eaux de la dépression se seraient abaissées jusqu'au niveau déprimé que leur surface occupe aujourd'hui (3).

(1) Russegger, *loc. cit.*, t. II, 3e part., p. 208.
(2) Voir chapitre IX, p. 185.
(3) Russegger, *loc. cit.*, p. 208.

Mais cet auteur énonce simplement ces sentiments sans les accompagner d'aucune preuve.

On peut même être surpris qu'en l'absence de documents positifs et d'observations géologiques portant sur la partie méridionale du bassin qui seule pouvait fournir la solution du problème, il ait pu avec autant de pénétration deviner et trouver une explication aussi rapprochée de celle que suggère l'étude attentive de cette région.

### 6° *Double hypothèse du docteur Anderson.*

De son côté, le docteur Anderson a hasardé, au sujet de la formation du bassin de la mer Morte, deux hypothèses correspondant en quelque sorte aux idées de Russegger, et entre lesquelles le prudent naturaliste américain évite soigneusement de se prononcer (1).

La première de ces hypothèses consisterait à admettre que la vallée du Jourdain et la dépression de la mer Morte ont dû leur origine à l'existence d'une *fissure* ou d'une série de *fissures*.

Le relief actuel et le comblement de la vallée résulteraient, dans ce cas, des phénomènes d'érosion dus aux agents atmosphériques.

C'est, on le voit, l'ancienne hypothèse d'Hitchcock.

La direction rectiligne du Ghôr (2) et la différence entre les couches, des deux côtés de la vallée, étaient autant d'arguments en faveur de cette idée ; mais, malheureusement le docteur Anderson, tout en reconnaissant ces faits, n'a pas accordé à cette explication l'importance qu'elle méritait (3).

C'est avec beaucoup plus de soin et de prédilection qu'il a développé sa seconde hypothèse.

Celle-ci suppose l'existence primitive d'une *carène* (*carina*), vaste *rainure* dont le fond,

(1) *Official report..... On the depression of the Dead sea's basin*, p. 203.

(2) A l'exemple d'Ibn Haukal, écrivain arabe du x^e^ siècle, plusieurs voyageurs ont appliqué l'épithète de *Ghôr* à la partie du *sillon* comprise entre le lac Tibériade et Akabah. D'autres voyageurs réservent cette dénomination à de petites étendues de la dépression avoisinant la mer Morte.

Comme Russegger, Anderson, etc., nous prenons ce nom dans son sens le plus général, et nous nous en servons pour désigner ce vaste sillon, le trait le plus caractéristique de la contrée et qui a dû frapper l'esprit des Arabes, si habiles à caractériser les reliefs du sol.

(3) Il reproche à cette hypothèse de ne pouvoir expliquer l'origine des *vallées sinueuses*, beaucoup plus nombreuses que les *vallées rectilignes*. Si l'auteur a voulu désigner ainsi les waddys qui sillonnent les reliefs adjacents à la vallée médiane du Ghôr, nous ne voyons pas bien qu'il soit nécessaire d'établir une aussi grande solidarité d'origine entre la vallée principale du Jourdain et les vallées latérales. Ces dernières peuvent, en effet, avoir commencé par des fractures irrégulières et peu profondes, suite naturelle des mouvements qui ont amené la courbure des couches au milieu desquelles elles sont creusées. L'érosion séculaire des roches par les agents atmosphériques a dû faire le reste.

d'une pente douce et uniforme, aurait primitivement servi de lit à un cours d'eau se déchargeant dans le golfe d'Akabah (1).

Des phénomènes géologiques imaginaires, et dont l'auteur ne spécifie nullement la nature, auraient troublé plus tard l'uniformité de cette *carène* et déterminé la production d'affaissements et d'exhaussements auxquels serait due la formation des lacs et leur isolement plus ou moins complet.

Ici, le naturaliste américain reconnaît avec bonne foi que cette hypothèse soulève des objections embarrassantes.

Il se voit alors forcé, pour tout concilier, d'admettre une seconde immersion du continent syrien, qu'il supposait avoir déjà été émergé à la fin de la période secondaire (2). La mer, exerçant de nouveau son action érosive, aurait nivelé les hauteurs et fait disparaître en même temps *toute trace du cours d'eau qui se déchargeait auparavant dans la mer Rouge* (3).

Après quoi, cette région venant à être émergée de nouveau, avec ses nouvelles modifications orographiques, elle aurait acquis depuis, sous l'influence des agents atmosphériques, les traits remarquables de son relief actuel.

Il n'est pas nécessaire d'entrer dans les détails de cette dernière hypothèse pour en apercevoir les côtés faibles.

En effet, en admettant même que la mer tertiaire eût pu raser les hauteurs et effacer jusqu'aux moindres traces de l'ancien système hydrographique de la vallée, quel phénomène pourrait-on invoquer de nouveau pour expliquer l'absence totale ou la disparition complète de dépôts marins ou de débris organiques se rapportant à cette nouvelle période d'immersion? Car cette mer, occupant une si vaste étendue, aurait dû nécessairement y laisser des traces de son long séjour. Que dire aussi de l'existence de ce cours d'eau imaginaire *dont toute trace aurait disparu*, et dont il est par conséquent impossible de vérifier la réalité?

Au reste, le docteur Anderson était lui-même si peu satisfait de ses hypothèses, qu'avant de les émettre, il s'est empressé de déclarer qu'il n'y attachait pas une grande confiance.

Il était cependant un point qui lui paraissait bien établi, soit que l'on attribuât la formation du Ghôr à une *fissure*, soit qu'on préférât la regarder comme le résultat du creusement par un courant dont la pente uniforme vers la mer Rouge aurait été interrompue dans la

(1) C'est, on le voit, l'hypothèse que Russegger s'était attaché à réfuter.

(2) Nous avons vu que la présence de dépôts marins éocènes et leur liaison avec les dépôts crétacés prouvaient clairement que cette région est restée encore sous les eaux pendant une fraction assez longue de la période tertiaire.

(3) Alors comment constater la réalité de l'existence de ce cours d'eau ? Que d'hypothèses entées les unes sur les autres!

suite. Il mettait hors de doute, dans ees deux cas, que le Ghôr et quelques-unes de ces waddys tributaires existaient déjà longtemps avant l'époque tertiaire.

On a pu voir eependant, dans l'étude prééédente (1), que eette fois eneore le doeteur Anderson s'est trompé, et que la présence de nombreux lambeaux de terrains éoeènes, attestant la présence en ees lieux de la mer au commeneement de la période tertiaire, rapproehe la date de la formation de la vallée bien en deçà des limites qu'il lui assignait.

C'est au reste ce qui ressortira, avee plus d'évidenee, de l'explication que nous allons, à notre tour, essayer de donner de la formation de cet étrange bassin.

### 7° *Résultats théoriques des observations renfermées dans ce travail, au sujet de l'origine du bassin de la mer Morte.*

Après le nombre et la diversité des hypothèses successivement proposées pour expliquer l'origine du bassin de la mer Morte, e'est ehose fort délieate assurément que de tenter à son tour une explieation nouvelle. Mais eomment s'en dispenser lorsqu'on a pris part à l'exploration la plus eomplète et la plus longue qui ait jamais été faite de son bassin?

D'ailleurs, on s'en souvient, c'est un des problèmes dont le due de Luynes nous avait plus spéeialement confié l'étude. Ce serait done manquer à la fois à notre devoir et à la flatteuse mission que nous avions reçue de lui, que de ne pas présenter, à notre tour, l'interprétation des faits et des observations positives que nous avons pu reeueillir, en plus grand nombre que nos devaneiers, dans cette intéressante dépression.

Ce n'est pas iei le lieu d'entrer dans les détails d'une deseription géologique des terrains qui eonstituent la eontrée dans laquelle se trouve compris le bassin de la mer Morte. Cette deseription a déjà été faite dans la première partie de ee travail, et l'on y a vu que la charpente fondamentale de la Palestine, aussi bien que eelle des montagnes qui bordent le lae Asphatite, se trouve constituée par les terrains erétaeés et éoeènes (2).

Les grès de Nubie n'apparaissent, on se le rappelle, que du eôté oriental du bassin, au pied des ehaînes arabiques. Ils forment là une série à peu près eontinue et reetiligne d'affleurements dirigés sensiblement du nord au sud, depuis la vallée moyenne du Jourdain jusqu'au mont Hor, près du partage des eaux de l'Arabah.

(1) Chapitre VII, p. 160.
(2) Voir la *carte géologique du bassin*, Pl. I.

Considérés dans leur ensemble et d'une manière générale, ces terrains, de l'un et de l'autre côté du bassin qui nous occupe, offrent une disposition assez simple.

Les couches s'élèvent peu à peu des bords de la Méditerranée pour former la ride montagneuse de Juda, qui se continue jusqu'au Liban par les collines de la Galilée. Ces couches s'inclinent ensuite plus fortement, et quelquefois après plusieurs ressauts en sens inverse, dans la direction de la mer Morte, sur le bord opposé de laquelle apparaissent les grès de Nubie et autres assises plus anciennes que celles qui bordent son rivage occidental.

D'un côté à l'autre, les couches du littoral offrent des dissemblances très-frappantes pour l'observateur même le moins versé dans l'étude de la géologie. En effet, tandis que le bas des falaises occidentales est taillé dans les bancs d'un calcaire dolomitique gris et cristallin, celles de la rive orientale doivent leur aspect si pittoresque à de puissantes assises de grès de Nubie, bigarrées de couleurs aussi vives que variées. C'est, nous l'avons vu, au milieu de ces grès que les waddys se frayent un passage, débouchant parfois à la mer Morte par de gigantesques et imposantes entailles dans ces grès rouges, comme cela a lieu, par exemple, pour le waddy Mojeb et le waddy Zerka-Maïn (1).

A part des ondulations locales de peu d'importance, les terrains crétacés et éocènes qui constituent la plate-forme orientale sont très-peu inclinés et se rapprochent, en général, de la position horizontale. Cependant, dans le voisinage immédiat du Ghôr ou de la mer Morte, ils prennent parfois, tout à coup, une inclinaison assez prononcée vers la dépression. Cette disposition accidentelle est particulièrement manifeste au waddy ed Drâa, près de la Liçan, où elle amène la rupture des couches au point d'inflexion.

La disposition de ces couches, des deux côtés de la vallée du Jourdain et de la mer Morte, dont la direction rectiligne avait déjà frappé tous les esprits, se prête donc bien à l'idée de l'existence d'une grande ligne de fracture au milieu des terrains qui constituent le sol de cette contrée. En effet, loin de se correspondre d'une rive à l'autre de la mer Morte, comme dans le cas où son bassin aurait été simplement creusé par érosion, les falaises occidentales et orientales de ce lac n'appartiennent pas au même niveau géologique, ainsi que cela est le cas général des failles.

Bien plus, tout porte à croire que s'il était possible d'observer la continuation, sous les eaux de la mer Morte, des assises de la plate-forme orientale, on pourrait reconnaître qu'au fond du lac le rejet des couches est encore plus accentué (2).

(1) Voir pour plus de détails, dans les chapitres précédents, la description des grès de Nubie, de la craie et de l'éocène, et la *vue des falaises orientales, à l'embouchure du waddy Mojeb*, Pl. III.

(2) Si ces prévisions étaient justes, le rejet réel des couches au fond du lac devrait excéder le rejet apparent des deux falaises d'au moins 300 mètres.

Nous avons déjà dit que les terrains qui constituent les montagnes de Juda plongeaient, en général, vers la mer Morte.

La forme du fond du lac, déduite des sondages du lieutenant Lynch (1), nous montre que du côté occidental la pente est assez faible et paraît en rapport avec le plongement des couches du versant oriental des monts Juda. Du côté oriental, le fond de la mer Morte, au contraire, est taillé presque à pic, de telle sorte que la section transversale au grand axe de ce lac se rapprocherait de la forme d'un triangle rectangle. Les couches crétacées suivraient à peu près, sous les eaux, l'hypoténuse de ce triangle jusqu'à leur rencontre avec les assises plus anciennes du bord oriental, taillées presque verticalement suivant le plus petit côté de l'angle droit (2).

Il y aurait donc là une disposition assez analogue à celle qui s'observe sur le bord des failles, et l'ancienne hypothèse d'Hitchcock est encore celle qui rendrait le compte le plus satisfaisant des faits.

La direction de l'axe de la mer Morte ne fait pas, il est vrai, rigoureusement suite à la vallée du Jourdain.

Néanmoins, le fond de cette mer intérieure présente une particularité orographique qui vient à l'appui de l'hypothèse précitée. Si l'on essaye, en effet, en se servant des sondages du lieutenant Lynch, de tracer successivement les courbes de niveau du fond du lac, ainsi que nous l'avons fait dans la planche II (3), on arrive, comme dernier terme en profondeur, à une ellipse extrêmement allongée et comprise entre le waddy Zerka-Maïn et le waddy Mojeb, ellipse qui représente ce que serait le lac à la suite d'un abaissement extrême de son niveau. Ce qu'il y a de remarquable dans cette nouvelle figure du lac, c'est que le grand axe de cette ellipse ne coïncide plus avec celui de la figure actuelle du lac et vient précisément former la prolongation de celui de la vallée du Jourdain.

Ainsi disparaît donc l'anomalie de direction que paraissait présenter la direction de la mer Morte. Le fond de cette cuvette, on le voit, rentre d'une façon évidente dans l'alignement général de la vallée du Jourdain.

Vers la partie méridionale du bassin (Pl. I et Pl. II), nous voyons également l'alignement

(1) Ces sondages ont été vérifiés avec soin par notre compagnon de voyage, M. le lieutenant de vaisseau Vignes, qui s'est assuré de leur exactitude.

(2) Voir, pour l'explication de ces détails, Pl. II et Pl. III.

(3) Les *plans* de niveau et les *courbes* qui les limitent sont, dans notre carte géologique de la mer Morte (Pl. II), indiqués par des teintes plates bleues, de plus en plus foncées avec la profondeur, ce qui permet de saisir d'un seul coup d'œil, comme pour les reliefs terrestres, les formes du relief sous-marin de cette cuvette.

Elles indiquent en même temps comment la forme du lac varierait s'il éprouvait des abaissements de niveau un peu notables. L'axe principal ne serait plus dans la même direction.

des falaises de grès se séparer un peu de la direction générale du waddy Arabah, qui s'infléchit légèrement vers l'ouest. Cet alignement nord-sud est jalonné depuis le mont Hor jusqu'au Ghôr es Safieh, à l'extrémité sud-est de la mer Morte, par des bandes de porphyre feldspathiques s'allongeant suivant cette même direction.

La plupart des tremblements de terre qui ont désolé pendant si longtemps la Syrie ont suivi cette même ligne que marquent également les sources minérales et thermales, ainsi que les émanations bitumineuses.

Tous ces indices sont caractéristiques des lignes de fêlure du globe. Ils tendent à établir qu'à des époques fort éloignées de la nôtre il s'est produit dans le sol de cette région une grande fracture à peu près dirigée du nord au sud.

En outre, il est à croire que bien avant le dépôt des terrains crétacés cette fracture avait commencé à se produire dans la portion sud du bassin. Les porphyres, dont l'éruption fut antérieure à leur dépôt, ainsi que nous l'avons vu plus haut, en profitèrent sans doute pour venir au jour.

C'est au moins ce que semblent révéler la disposition et l'alignement de ces roches éruptives.

Plus tard, les mouvements qui donnèrent lieu à l'émersion du fond de mer correspondant à la Syrie et à l'Arabie Pétrée ont pu, à la fin, accroître vers le nord cette immense fracture et déterminer en même temps la formation des chaînes de montagnes qui l'avoisinent.

Grâce au jeu inégal des voussoirs ainsi disjoints de cette partie de l'écorce terrestre, et sous l'empire de ces mouvements, il a pu se produire alors des dénivellations assez marquées dans les assises crétacées correspondantes des deux côtés de la ligne de rupture.

Le versant oriental de la chaîne montagneuse de Juda a dû éprouver un mouvement considérable de descente le long de la ligne de dislocation, de façon à donner naissance au sillon déprimé qui sépare la Palestine méditerranéenne des plateaux menant aux déserts de l'Arabie. Cette hypothèse serait assez bien justifiée par la forte inclinaison du versant oriental des monts de Juda, la forme du fond de la mer Morte et le rejet des couches des deux côtés de la dépression.

Nous croyons donc devoir présenter cette explication, qui nous paraît rendre meilleur compte que toute autre de l'ensemble des faits qu'offre l'étude de cette intéressante région.

8° *De la formation du lac lui-même et des variations successives de son niveau.*

Après avoir ainsi cherché à découvrir le mode de formation du bassin de la mer Morte, il reste à examiner la question de la dépression du niveau du lac lui-même par rapport à celui de l'Océan.

Cette question est, en effet, ainsi que l'a si justement fait remarquer Anderson, complétement indépendante de celle qui a trait à la dépression du fond du bassin qui le renferme.

Il résulte de ce qui précède que les terrains crétacés et éocènes dont l'émersion et l'exhaussement n'ont dû se faire qu'après le commencement de la période tertiaire limitent de toute part le bassin de la mer Morte. Ce sont les dernières formations marines que l'on retrouve dans ce bassin qui, dès l'exondation de cette contrée, n'a dû être soumis qu'à l'influence des agents atmosphériques.

Les eaux pluviales commencèrent sans doute à creuser les waddys actuels, en apportant en même temps au fond de la dépression les sédiments enlevés par elles aux roches voisines.

Elles achevèrent, à la longue, leur œuvre d'érosion et de comblement, et seules, donnèrent au pays les traits principaux de sa physionomie actuelle.

C'est surtout dans les environs de la mer Morte que plongent le plus fortement les couches des pentes orientales des monts de Juda, car c'est là que la dénivellation des deux lèvres de la fracture se trouvait être la plus considérable et que l'effet de cette dislocation s'était produit avec le plus d'énergie.

C'est donc là que les eaux durent tout d'abord s'accumuler, donnant ainsi naissance à un lac, peut-être d'eau douce à l'origine, mais qui dut devenir promptement salé, à cause du voisinage des sources et dépôts salifères que nous avons mentionnés plus haut.

Ce lac tertiaire, dont l'extension dut être constamment réglée par l'évaporation, était le réceptacle unique des eaux du bassin.

Ces eaux disparaissaient constamment par évaporation et lui abandonnaient sans cesse les sels dont elles s'étaient chargées dans leur passage au milieu des sédiments marins crétacés et éocènes. Par suite de cette accumulation progressive de matières salines dans ses eaux mères, le lac a pu ainsi acquérir, dès cette époque reculée, un degré de salure tout à fait exceptionnel.

En admettant que le lac se soit ainsi formé, on peut se demander si, dans un accroissement limité seulement par les conditions d'équilibre entre l'alimentation atmosphérique et l'évaporation, sa surface s'est arrêtée à ses limites actuelles; s'il n'a pas anciennement

occupé une plus vaste étendue, ou si, au contraire, il n'existait à l'origine qu'à un état rudimentaire dont les bancs de sel de Jebel-Usdom nous auraient conservé la trace.

Il n'est pas besoin de faire ressortir longuement ici l'importance de ce problème dont la solution peut nous révéler la nature du climat de cette région à une époque très-ancienne, et nous indiquer, par cela même, les changements qu'il a dû subir depuis lors.

S'il est prouvé, comme nous avons cherché à l'établir, que la mer Morte a toujours été un bassin fermé, sans communication avec l'Océan, il est clair que l'altitude de son niveau aura dû être constamment la manifestation sensible du rapport existant entre la précipitation atmosphérique et l'évaporation. Ce niveau aura donc pu être plus haut ou plus bas, selon la prédominance des effets de l'une ou l'autre de ces deux causes, relativement à l'action qu'elles exercent aujourd'hui.

Ainsi, le niveau de la mer Morte, constamment lié aux conditions atmosphériques, a dû les suivre dans leurs variations et nous laisser aussi des traces de ses anciennes positions. Ces traces sont autant d'indications précieuses à consulter lorsqu'on veut connaître l'état climatologique du bassin à des époques bien antérieures à la nôtre.

Les lacs isolés des continents peuvent, en effet, être considérés comme des instruments séculaires mis par la nature à la disposition de ceux qui lui demandent le secret du passé et qui cherchent ainsi à se rendre compte des phénomènes anciens pour lesquels l'observation directe fait défaut.

Ces grands réservoirs sont, en quelque sorte, de vastes *udomètres*, mais des udomètres qui nous donnent un *rapport* entre la quantité d'eau tombée et celle de l'eau évaporée. Ils ne nous laissent guère, à la vérité, d'indications *minima*: mais ils nous donnent, pour des époques bien antérieures à la nôtre, des *maxima* dont la valeur ne saurait être contestée. Ces *maxima*, marqués par les plus élevés des sédiments que laisse successivement déposer sur ses bords le lac dans sa période ascensionnelle, ces *maxima*, disons-nous, offrent sur les indices de nos instruments météorologiques l'avantage bien précieux de pouvoir révéler, en même temps, la nature des eaux du lac à l'époque où elles ont atteint ces élévations extrêmes.

Ce sont des traces de ce genre que l'on peut observer autour de la mer Morte, fort au loin au nord et au sud des limites actuelles de ce lac (1).

(1) Il n'est évidemment pas question ici des lignes de bois flotté qui avaient seules attiré l'attention de nos devanciers et qui se trouvent à des altitudes très-faibles au-dessus du niveau moyen de ce lac. Il en est de même des traces laissées sur les rochers des falaises par des crues accidentelles provenant de saisons exceptionnellement pluvieuses. Ces indices très-récents se rapportent probablement à des oscillations dans le niveau actuel du lac, qui doit varier constamment entre des limites très-restreintes, si on les compare aux changements considérables qu'il a dû subir anciennement.

Elles consistent en dépôts marneux et arénacés se présentant, en général, sous la forme d'innombrables feuillets de marne d'un gris clair, alternant avec des couches extrêmement minces de couleur et quelquefois de nature toute différente, souvent même exclusivement composées de substances salines, telles, par exemple, que du gypse lenticulaire ou des argiles salifères. Ce sont ces dépôts rubacés et gypsifères que nous avons décrits sous le nom de *dépôts de la Liçan*, parce qu'ils paraissent constituer, à eux seuls, la majeure partie de la petite presqu'île de ce nom (2).

Nous avons décrit ces dépôts avec assez de détails dans le chapitre VIII de la première partie pour qu'il soit superflu de revenir ici sur leurs caractères géologiques et leur distribution. Un coup d'œil sur les cartes et les coupes géologiques qui accompagnent ce travail montrera d'ailleurs rapidement comment ils entourent la mer Morte, ainsi que le lit du Jourdain, d'une zone dénudée de marnes blanchâtres et salines dont la stérilité contraste avec la luxuriante végétation des berges limoneuses du fleuve. On verra aussi quelle est leur extension considérable au nord, vers le lac de Tibériade, et au sud, le long du waddy Jeib, et la façon dont il passent latéralement, par une foule de transitions, aux alluvions anciennes des vallées secondaires.

Ces dépôts feuilletés et salins ressemblent à ceux qui se déposent actuellement sous les eaux de la mer Morte, à en juger du moins par les échantillons du fond que la sonde a rapportés et où l'on trouve également des cristaux lenticulaires de gypse.

Ils ne nous ont offert aucun vestige d'organisme, ce qui pourrait bien tenir, ainsi que les dépôts salins que l'on y rencontre, à ce que les eaux qui les déposaient étaient déjà très-salées et incompatibles, comme l'est actuellement la mer Morte, avec le développement de toute vie animale. Leur altitude considérable vers les bords du bassin, comparativement au niveau de la mer Morte, aussi bien que leur analogie avec les dépôts contemporains qu'elle forme, ne permettent aucun doute sur l'ancienne hauteur et l'extension beaucoup plus considérable en surface de ses eaux à une époque ancienne.

Ce n'est que depuis la formation de ces *dépôts de la Liçan* et l'abaissement des eaux qui les ont effectués, que le Jourdain et ses affluents ont, en creusant leur lit dans leur masse, drainé le bassin et donné au pays les derniers traits de sa configuration actuelle.

Il est probable aussi que les phénomènes volcaniques (au moins les plus récents, ceux qui ont eu l'action la plus immédiate sur le littoral de la mer Morte) ainsi que les émana-

(2) Voir chapitre VIII, p. 177, la description détaillée de ces dépôts. Voir aussi la carte des bords de la mer Morte, Pl. II, où ces dépôts sont teintés en vert pâle, la carte générale de la Palestine, Pl. I, et les coupes de la Pl. III et de la Pl. VI.

tions bitumineuses, que les traditions anciennes nous montrent avoir été si considérables au fond de ce bassin, ne se sont manifestés avec énergie qu'après le dépôt des ces anciens *hauts-niveaux* du lac. C'est donc, on le voit, à une époque antérieure à la nôtre, peut-être même dépendant en partie de la fin de la période tertiaire, que l'étude de ces couches lacustres nous ramène.

En l'absence de débris organisés qui pourraient nous donner une date précise, il serait bien difficile, pour ne pas dire imprudent, de fixer des limites rigoureuses à cet ancien exhaussement des eaux du lac. On peut seulement remarquer leur liaison intime avec les alluvions anciennes, quaternaires et peut-être aussi pliocènes, qui ont également vu leurs couches entamées par les cours d'eau actuels.

Ce n'est pas d'ailleurs un simple accident qui a pu ainsi modifier le niveau du lac d'une façon aussi considérable.

Cet abaissement du niveau des eaux de la mer Morte est le changement le plus remarquable qui se soit effectué dans la contrée depuis le dépôt des marnes de la Liçan. Il semble accuser une modification profonde et générale dans l'état climatologique de ces régions asiatiques.

Cet abaissement indique, en effet, clairement (ainsi que nous l'avons montré chap. VII) que le rapport entre la précipitation atmosphérique et l'évaporation était bien différent de celui qui régit aujourd'hui les oscillations de niveau du lac, à l'époque ancienne où cette nappe couvrait la plus grande partie du Ghôr et y déposait ces couches stériles et grisâtres.

Nous avons vu que pareil contraste ressortait de l'étude des waddys, ces anciens canaux chargés de pourvoir à l'alimentation du lac et dans lesquels on trouve les traces du passage longtemps continué des eaux courantes, tandis que de nos jours ils sont, pour la plupart, constamment à sec. Il arrivait donc anciennement à la mer Morte beaucoup plus d'eau qu'elle n'en reçoit de nos jours, et c'est là la cause de l'ancienne élévation de ses eaux (1).

Nous retrouvons donc, en Palestine, des traces de cette crise climatérique pendant laquelle les principales vallées de notre hémisphère ont été parcourues par des masses d'eau hors de proportion avec celles qui serpentent aujourd'hui au fond de leur ancien lit abandonné.

La Palestine a eu aussi sa période quaternaire, ses *glaciers* dans le Liban, où les cèdres la représentent encore, ses *hauts-niveaux* dans la vallée du Jourdain et dans celles des autres tributaires de la mer Morte. Il est donc tout naturel de rapporter à cette époque l'âge de cette ancienne Caspienne déjà salée qui couvrait de si vastes étendues dans le bassin de la

(1) Voir p. 181 et suivantes.

mer Morte, et dont le résidu d'évaporation, l'*eau mère*, nous est aujourd'hui représenté par cette nappe d'eau huileuse et corrosive qui, de relai en relai, en est venu à ne plus occuper qu'un espace comparativement fort réduit au fond de la dépression du bassin.

Son niveau actuel est loin d'être stable, mais les variations qu'il éprouve, bien qu'elles puissent suffire à changer considérablement la forme des contours du lac et son étendue superficielle, sont néanmoins comprises dans des limites d'altitude assez étroites.

Les lignes de bois flotté qui avaient frappé surtout l'esprit de nos devanciers, les traces sur les rochers des rivages, enfin cette ligne arquée de falaises qui terminent au sud la Sabkah, qu'on croirait, à son aspect, avoir appartenu anciennement à la mer Morte, toutes ces traces de hauts niveaux du lac peuvent marquer les limites d'ascension que ses eaux ont pu éprouver dans l'état de choses actuel.

Combien ces élévations de niveau sont insignifiantes par rapport à celles de l'époque quaternaire !

Par suite de ces fluctuations et après des sécheresses exceptionnelles, le niveau de la mer Morte a pu également baisser et laisser à découvert une grande partie de son fond. Nous avons vu qu'il suffirait d'un abaissement de 7 à 8 mètres seulement pour que la *lagune*, c'est-à-dire la portion méridionale du lac où l'on s'accorde généralement à placer la plupart des villes maudites, fût mise à sec.

Ce faible abaissement de niveau pourrait résulter de changements physiques presque insaisissables par l'attention humaine. Il n'y aurait donc rien d'improbable à ce que la mer Morte ait eu autrefois sa pointe méridionale à la presqu'île de la Liçan, et que la *lagune*, devenue une seconde Sabkah, ait pu être cette vallée de Siddim qui servait de champ de bataille aux rois de la Pentapole et qui, selon la Genèse, *devint la mer Salée* (1).

Ces fluctuations de niveau de l'époque actuelle, dans les limites que nous venons d'indiquer, sont fort possibles, nous dirons même probables.

En jetant un coup d'œil sur la carte géologique de la mer Morte (pl. II), où sont tracés les plans de niveau des eaux, on verra quels changements considérables introduiraient dans l'extension superficielle du lac et dans la configuration de cette région les plus légères oscillations de la surface.

(1) Des effets de glissements, comme ceux dont nous avons cru reconnaître la trace sur le flanc oriental du Djebel-Usdom, ont pu, à la suite des tremblements de terre, venir ajouter leur action à celle de ces fluctuations de niveau; et, s'il est vrai, comme on s'accorde à le croire, que la montagne de sel porte encore le nom à peine altéré de Sodome, et lui soit voisine, cette ancienne cité a bien pu disparaître par suite de la dénivellation dont nous venons de mentionner les traces, puis se trouver recouverte par les eaux de la mer Morte et les alluvions des affluents méridionnaux.

Si l'on songe, d'autre part, à l'effet du déboisement, suite naturelle de l'arrivée des pasteurs et nomades, aux changements qu'ont pu apporter dans le drainage général du bassin des modifications dans le mode d'irrigation et de culture des plaines, aux obstacles que les dernières coulées volcaniques ont pu apporter à l'écoulement de certains affluents, enfin au remplissage progressif de la cuvette de la mer Morte par les sédiments qu'y transportent continuellement le Jourdain et les autres affluents, remplissage tendant à exhausser le niveau des eaux ; si l'on songe, disons-nous, que les causes actuelles les plus insignifiantes et les moins apparentes ont pu déterminer le changement de niveau de quelques mètres, nécessaire pour expliquer l'immersion de la lagune méridionale de la mer Morte, on sera surpris que ceux qui placent la vallée de Siddim dans cette lagune et ont si longuement discuté sur les causes naturelles qui peuvent avoir amené, conformément aux textes de la Genèse, la transformation de la *vallée de Siddim* en *mer salée* n'aient pas tiré un meilleur parti de cette explication si simple et si aisée.

Quoi qu'il en soit, ces fluctuations de l'époque actuelle sont hors de proportion avec les élévations considérables que les eaux du lac atteignaient à l'époque où elles ont effectué les *dépôts de la Liçan*, que nous retrouvons, au nord et au sud, à des altitudes supérieures de 100 mètres au-dessus du niveau de ce lac, ainsi qu'on peut s'en assurer en jetant un coup d'œil sur la carte géologique générale de la Palestine (Pl. I).

On a ainsi vu que le lac s'est formé en dehors de toute communication océanique, et que ses oscillations ont constamment été réglées par l'équilibre entre la précipitation atmosphérique et l'évaporation.

Vers la fin de la période tertiaire ou au commencement de l'époque quaternaire, il couvrait de ses eaux presque tout le fond du Ghôr ; depuis, il s'est réduit aux limites que nous lui connaissons de nos jours, n'éprouvant plus que des oscillations que l'on peut considérer, malgré leur grande importance historique et géographique, comme n'ayant, au point de vue purement géologique, que des conséquences absolument insignifiantes.

---

# CHAPITRE XIII.

## ÉTUDE DE LA SALURE DE LA MER MORTE, DE SES VARIATIONS ET DE SON ORIGINE.

---

### 1° *De l'eau de la mer Morte et des analyses chimiques qui en ont été faites jusqu'à ce jour.*

La mer Morte ou le lac Asphaltite est, comme nous l'avons déjà dit, l'une des nappes d'eau les plus salées et les plus denses du globe, en même temps que sa surface se trouve être inférieure de 392 mètres au niveau des mers, ce qui fait de son bassin l'un des accidents orographiques les plus remarquables de nos continents.

Au premier aspect, l'eau de cette mer ne paraît pas différer de celle de l'Océan; mais, si l'on y plonge la main, elle laisse une impression huileuse assez prononcée et, à la suite d'un contact prolongé, elle peut déterminer sur la peau la formation de pustules qui persistent pendant tout le temps que l'on séjourne sur le lac.

En raison de sa grande densité (1,162 à la surface, tandis que celle de l'Océan n'est représentée que par le chiffre de 1,027), le corps humain n'y enfonce point, même lorsqu'il conserve une immobilité complète. Ce fait, connu des anciens, fut vérifié, selon l'historien Josèphe, par Vespasien, qui y fit jeter des criminels solidement garrottés. La mer Morte ne partage cette propriété qu'avec un petit nombre de lacs salés, dont le plus connu est le lac Elton.

Cette eau est extrêmement riche en chlorure et en bromure de magnésium, et c'est sans doute à l'abondance de ces sels qu'il faut attribuer l'absence complète, dans cette petite mer,

de toute espèce de ces êtres animés qui vivent généralement dans les nappes d'eau salées (1).

L'expérience suivante nous a même démontré que des animaux accoutumés à vivre dans une eau très-salée meurent presque instantanément lorsqu'on les transporte dans l'eau de la mer Morte.

Au nord de Djebel-Usdom, sur le rivage occidental du lac, se trouve une lagune souvent inondée par l'eau de mer et alimentée par une source chaude d'eau salée. La composition et la densité de l'eau de la lagune se rapprochent beaucoup de celles de la mer Morte, et il y vit une grande quantité de petits poissons du genre *Cyprinodon* (2), qui ne paraissent être nullement affectés par la grande salure de ces eaux. Après avoir recueilli soigneusement ces poissons, avec M. le docteur Combe, nous les transportâmes dans l'embarcation au moyen d'une cuvette remplie d'eau de la lagune. Ayant placé ensuite près de cette cuvette un autre vase plein d'eau puisée à la surface de la mer Morte, nous pûmes ainsi constater, sous les yeux du duc de Luynes, qu'en faisant passer successivement chaque poisson de la première cuvette dans la seconde, ils perdaient tous la vie après une immersion de quelques instants. L'eau de la lagune dans laquelle vivent ces poissons, et dont nous avons recueilli des échantillons, a pu être analysée par M. Terreil, dans le laboratoire de chimie minérale du Muséum. Le chlorure de sodium s'y trouve en une proportion plus considérable (3), relativement à celle du chlorure de magnésium, que dans les eaux de la mer Morte, et c'est sans doute grâce au peu d'abondance de ce dernier sel dans l'eau de la lagune que les poissons dont nous avons parlé peuvent y vivre.

(1) Il existe d'autres lacs qui paraissent cependant, ainsi que la mer Morte, ne renfermer aucun organisme vivant. Tels sont, entre autres, le lac de Kodj-Hissar, le lac Urmiah ou mer Morte Persique et même le lac Van, tous trois situés en Asie Mineure.

« L'eau du lac Kodj-Hissar, dit M. Hamilton, est parfaitement saturée et les poissons ne peuvent y vivre. Si « l'aile d'un oiseau vient à effleurer sa surface, elle se durcit immédiatement et pour toujours, par suite de l'in- « crustation saline qui la recouvre. » (*Transact. of the geol. Soc. of London*, t. V, p. 588.)

« Dans le lac Van, en Arménie, d'après M. de Chancourtois, lors de la fonte des neiges, les poissons s'avancent « dans cette petite mer jusqu'à une certaine distance; en tout autre temps, les eaux du lac sont complétement « désertes, au dire des habitants. » (*Comptes rendus de l'Acad. des sc.* t. XXI, p. 4.)

Il paraîtrait que dans le lac Elton, dans le district d'Orenbourg, dont la salure est si grande, il vit néanmoins quelques crustacés.

(2) C'est à la bienveillance de feu M. le professeur Duméril et au concours obligeant de ses aides, MM. Guichenot et Charbonnier, que nous avons dû la détermination de ces poissons, qui se rapportent aux espèces suivantes : le *Cyprinodon Moseas* (Cuv., Val.), le *Cyprinodon Hammonis* et le *Cyprinodon lunatus* (Ehrenb.).

(3) L'abondance du sel marin dans les lagunes du bord de la mer Morte est facile à expliquer, même sans tenir compte des sources salées qui peuvent les alimenter, comme cela a lieu pour celles dont nous venons de parler. Lors des crues, les eaux du lac peuvent envahir ces lagunes, y laisser déposer le sulfate de chaux et le chlorure de sodium, tandis que les chlorures déliquescents retournent bientôt à la mer Morte. De là l'origine de ces salines exploitées sur le bord occidental de la mer Morte, notamment au Birket-el-Khalil (puits du Bien-Aimé ou d'Abraham), dont le sel était anciennement consacré au service du Temple, sous le nom de *sel de Sodome*, et qu'on vient encore chercher sur des chameaux pour le transporter à Hébron. Ces lagunes se trouvent situées au milieu des

Il était d'abord naturel d'attribuer surtout l'action délétère des eaux de la mer Morte à la présence du brome, qui s'y trouve en proportion plus considérable que dans toute autre nappe d'eau salée. Les expériences de M. Paul Bert ont montré quelle est l'action énergique de cette substance sur la vitalité des tissus (1), et c'est sans doute à son abondance dans l'eau du lac Asphaltite que nous avons dû de voir nos plaies persister tout le temps de notre navigation et ne se fermer qu'après notre départ de la mer Morte.

Quelle que soit l'action délétère du brome, nous croyons néanmoins que les sels qui l'accompagnent, et notamment le chlorure de magnésium, doivent exercer une influence tout aussi funeste sur la vie des animaux. En effet, à l'embouchure du waddy Mojeb vivent des petits poissons en tout semblables à ceux que l'on rencontre dans la lagune dont nous venons de parler, et qui s'avancent assez loin dans la mer, jusqu'au point où la densité est déjà de 1,1150 et où les eaux renferment une forte proportion de brome, ce qui prouve bien que la mort de ces animaux n'est pas due seulement à la présence de cette substance.

Le nombre des analyses chimiques auxquelles on a soumis, à diverses reprises, des échantillons d'eau provenant de la mer Morte est devenu considérable ; mais, bien que la plupart de ces essais aient été faits par des savants du plus haut mérite (2), ils ont conduit à des résultats notablement différents. Ces analyses ne peuvent d'ailleurs donner une idée juste de la salure générale du lac d'après les conditions mêmes où ces eaux ont été puisées. Lorsqu'on recherche, en effet, les provenances de ces dernières, on ne tarde pas à s'apercevoir qu'elles ont toutes été recueillies à l'extrémité nord-ouest de la mer Morte (3) et à une dis-

anciens dépôts de la mer Morte, souvent imprégnés eux-mêmes de sel et riches en lits gypseux, et c'est à la présence du gypse dans les environs du Birket-el-Kalil, que peut se rapporter la tradition suivante que M. de Saulcy a recueillie chez les Taamirahs.

« Abraham étant allé faire sa provision de sel au Birket-el-Kalil, les salineurs lui dirent qu'il n'y en avait pas, « bien qu'il y en eût autour d'eux. Alors il maudit ce lieu et à l'instant le sel se transforma en pierre, tout en « conservant son apparence saline. Depuis, le *Birket-el-Khalil* reste tapissé de sel *qui n'est pas du sel*, mais *de « la vraie pierre sans saveur.* »

(1) *Recherches sur la vitalité des tissus animaux*, p. 701 ; 1866.

(2) Il suffit, pour s'en convaincre, de citer les noms des principaux auteurs de ces analyses : Macquer, Lavoisier et Lesage (1778), Marcet et Tennant (1807), Klaproth, Gay-Lussac (1819), Hermbstadt, Gmelin (1824), Apjohn (1838), Ivanoff (eau rapportée par M. Tipliakoff, *Athenæum*, juin, p. 454) (1843), Silliman (1845), Marchand (1847), Nerapath (1849), Booth et Muckle (1852), W. Gregory (1854), Moldenhauer (1854), Boussingault (1856).

M. George Grove, qui par son initiative puissante et son remarquable talent de critique et d'écrivain a tant contribué, dans ces derniers temps, à faire avancer les connaissances exactes et scientifiques relatives à la terre sainte, a eu l'heureuse idée de grouper les plus modernes de ces analyses en un tableau qui fait partie de son bel article sur la *mer Salée*, que nous avons eu déjà l'occasion de citer et qui est inséré dans le *Dictionnaire de la Bible* du docteur Smith.

(3) Il est facile d'en deviner les motifs : cette plage, protégée par le voisinage du poste d'irréguliers turcs de Riha (Jéricho) et, mieux encore, par des conventions établies depuis fort longtemps, est demeurée à l'abri des incursions des Bédouins indépendants qui sont campés de l'autre côté du Jourdain. Elle offre ainsi aux nombreux voyageurs et pèlerins qui, chaque année, font une visite au Jourdain et au lac Asphaltite une sécurité qui ne se retrouve sur aucun autre point du rivage de la mer Morte.

tance plus ou moins rapprochée de l'embouchure du Jourdain. En outre, à part un échantillon d'eau recueilli par le capitaine Lynch (1) à 195 brasses de profondeur, sans les précautions qui seules auraient pu donner quelque valeur à cette expérience, tous les autres ont été pris à la surface, où le mélange, dans des proportions sans cesse variables, des eaux concentrées du lac avec les eaux douces des affluents vient apporter un élément de perturbation dont on retrouve les effets dans les différences marquées par les analyses. Nous avons vu que d'après les évaluations, qui ne peuvent être naturellement bien rigoureuses (2), le Jourdain, à certaines époques de l'année, amènerait à la mer Morte, pour y être évaporées, 6,500,000 tonnes d'eau pure par jour (3), et que, malgré la chaleur extrême qui règne au fond de cette dépression, on a grand peine à se faire à l'idée que cette masse d'eau charriée journellement par le Jourdain puisse être enlevée toute entière par le seul fait de l'évaporation qui s'exerce à la surface du lac. Aussi les Arabes (4), à l'imitation des anciens (5), ont-ils imaginé pour l'écoulement de ces eaux des canaux souterrains par où elles se rendraient dans le golfe Persique.

Cette eau du Jourdain surnage sur la mer Morte en raison d'une densité plus faible que celle des eaux du lac, et se dirige vers le sud en amenant ainsi la formation de courants et de contre-courants latéraux. Ces derniers ramènent des régions méridionales de la mer Morte des eaux plus denses et plus salées que celles du courant du Jourdain.

C'est probablement à ces complications qu'il faut rapporter la cause des différences si notables manifestées par l'analyse entre certains échantillons d'eau recueillis près de l'îlot, à l'extrémité nord-ouest de la mer Morte, où doit arriver un contre-courant latéral, et ceux qui ont été pris en un point du rivage plus rapproché de l'embouchure du Jourdain, où l'influence de ce grand courant d'eau douce se fait ressentir.

Ainsi l'eau qui fut analysée par M. Nerapath (1) avait été puisée non loin du Jourdain, au mois de mars de l'année 1849.

Cinq ans plus tard, on recueillit, dans le même mois de l'année, près de l'îlot, c'est-à-

(1) *Narrative of the U. S. expedition to the river Jordan and the Dead sea*, 1850, p. 374.
(2) *Bibl. univ. de Genève*, 1845 et 1856, p. 165.
(3) Voir p. 202 et 203.
(4) M. le duc de Luynes a bien voulu me communiquer une lettre dans laquelle M. l'abbé Morétain, curé de Beth-Saour, près Beth-Lehem, lui annonçait que, peu de temps après le départ de son expédition, les eaux de la mer Morte avaient subi une crue exceptionnelle; une partie du Ghôr aurait été submergée, et les Arabes, effrayés, en avaient conclu qu'il était venu, à la mer Morte, boucher le trou par où s'échappent les eaux.
(5) Strabon, l. XVI, chap. IX.
(6) *Quarterly journ. of chem. Soc. of London*, t. II, 1850, p. 336.

dire en un point du même rivage plus éloigné de l'embouchure du Jourdain, une eau dont l'analyse a été faite par M. le professeur Gregory (1).

Or il résulte de la comparaison de ces deux essais que la première eau était moins dense et plus riche en chlorure de sodium que la seconde, qui l'emportait, en revanche, en chlorure de magnésium; d'où l'on pourrait induire que l'eau puisée près de l'îlot avait déjà subi une concentration qui avait déterminé la précipitation d'une partie de sel marin et augmenté ainsi la proportion relative du chlorure de magnésium.

Des variations de composition non moins importantes doivent d'ailleurs se manifester dans les eaux superficielles de la mer Morte, sous l'influence de causes plus générales. On pouvait aisément prévoir que leur densité croîtrait du nord au sud, malgré l'action régulisatrice des courants, puisque la majeure partie des eaux douces viennent du nord, tandis que sur le rivage sud se trouvent des masses salines considérables, ainsi que des sources et ruisseaux salés.

Il y a encore à ajouter à ces variations celles qui dépendent des saisons.

Ces considérations suffisent donc pour montrer que l'on ne possédait, jusqu'à nos recherches, que des données fort incomplètes sur la salure superficielle de la mer Morte, et que l'on n'avait aucune notion sur la composition des eaux de ce lac, à différentes profondeurs.

### 2° *Recherches sur la composition de l'eau en divers points de la surface de la mer Morte, ainsi qu'à différentes profondeurs. — Instruments employés dans le puisage.*

Pour arriver à des conclusions plus certaines à l'égard de la salure de la mer Morte, on devait se livrer à une série de recherches portant non plus sur un seul point de la surface, mais bien sur les différentes parties de cette nappe d'eau et sur les diverses profondeurs de sa masse.

La construction d'une embarcation spéciale, le *Ségor*, qui devait nous permettre de séjourner plus de vingt jours sur les eaux de la mer Morte, nous facilitait beaucoup l'accomplissement de cette tâche.

Pour effectuer nos prises d'eau avec une précision rigoureuse, nous dûmes chercher à nous munir d'un appareil présentant à cet égard les garanties nécessaires. Nous en fîmes construire un nouveau sur le principe de l'appareil d'Aimé; mais, comme on le verra dans

(1) Les données numériques de cette analyse ont été recalculées par M. Grove et se trouvent dans son article *the Salt sea*, dans le tableau d'analyses dont nous avons parlé plus haut.

la suite, avec des modifications importantes qui en rendent la pratique plus sûre et plus commode.

Les seules recherches faites déjà à notre connaissance dans cette voie avaient en effet été entreprises dans les eaux de la Méditerranée, lors de l'exploration scientifique des côtes de l'Algérie par la *commission scientifique*, et c'est à M. Aimé qu'on les devait (1). Voici en quoi consiste l'instrument qui lui avait servi à puiser de l'eau à différentes profondeurs dans la Méditerranée.

Cet appareil, peu connu des marins, est cependant fondé sur une idée ingénieuse, et, mieux utilisé, il aurait pu rendre de grands services, notamment dans l'étude des courants sous-marins.

Il se compose essentiellement de deux pièces principales, l'*appareil à puiser* et l'*appareil à détente* destiné à faciliter le renversement du premier lorsqu'on est arrivé à la couche d'eau que l'on désire étudier.

Le premier de ces appareils consiste en un tube de fer renfermant une éprouvette pleine de mercure et ajusté à une cuvette conique destinée à recevoir le mercure de l'éprouvette, lors du renversement. Cette dernière opération s'effectue au moyen de l'appareil à détente, en lâchant un curseur de plomb qui vient frapper sur un plateau fixé à une tige coudée formant verrou devant l'ouverture d'un cylindre de cuivre dans lequel elle glisse à frottement doux; l'abaissement de cette tige détermine le détachement de l'appareil à puiser qui décrit une demi-révolution et se maintient dans la position inverse, grâce à une tige de fer qui le relie à l'appareil à détachement. Le mercure descend dans la cuvette et l'eau le remplace dans l'éprouvette. Tel est l'appareil dont M. Aimé s'est servi dans ses études sur l'eau de la Méditerranée, et dont on aurait pu généraliser l'emploi en le perfectionnant.

Dans le cas particulier de la mer Morte, des recherches de cette nature empruntaient un intérêt tout particulier à la disposition anomale de ce lac déprimé et sans issues, aux phénomènes d'émanations souterraines dont on le disait être encore le théâtre, enfin à sa salure exceptionnelle. Aussi le duc de Luynes, ne voulant pas laisser échapper cette occasion d'ouvrir une voie nouvelle aux recherches chimiques entreprises depuis si longtemps sur les eaux de la mer Morte, s'empressa-t-il de nous charger de faire construire chez feu M. Froment un appareil du genre de celui qui vient d'être décrit.

(1) *Exploration scientifique de l'Algérie*, 1845. — *Physique générale*. — *Recherches physiques sur la Méditerranée*, p. 103, Pl. 11. — Biot avait déjà publié un moyen de puiser de l'eau à diverses profondeurs, qui consistait à faire basculer un cylindre de verre à double fond, l'un fixe, l'autre pouvant descendre en vertu de son poids.

Ainsi se trouvait facilitée l'exécution des recherches dont nous avons montré plus haut l'importance.

En considération des services que ce genre d'instrument pourrait rendre, non–seulement aux marins, mais encore aux hydrographes et aux géologues, on nous permettra de décrire celui qui nous a servi, et qui, bien que fondé sur le même principe que celui de M. Aimé, présente quelques perfectionnements qui en rendent l'emploi plus sûr, moins coûteux et plus aisé. Les modifications que nous avons cru devoir apporter à l'appareil à puiser, et pour lesquelles les avis de M. Froment nous ont été si précieux, portent principalement sur la cuvette et sont destinées à écarter quelques chances d'erreur et surtout à diminuer, sinon à éviter complétement, les pertes considérables de mercure qui rendaient si difficile la manœuvre de l'instrument de M. Aimé.

Dans l'appareil à puiser de M. Aimé, la cuvette conique, ayant sa pointe tournée vers le haut, dans le mouvement de descente, devait nécessairement conserver de l'eau des couches supérieures emprisonnée, en vertu d'une densité moindre que celle des couches plus profondes que l'appareil traversait successivement, et cette eau se rendant la première dans l'éprouvette, à la suite du renversement, il en résultait une petite chance d'erreur qui, bien que minime, nuisait à la précision de cet instrument. Il fallait donc y remédier en établissant, pendant la descente, une libre circulation dans cette cuvette et en la faisant cesser au moment du renversement, à l'aide d'un système convenable de soupapes, de façon qu'elle pût, dans cette nouvelle position, retenir le bain de mercure.

Il importait surtout de modifier la forme et les dispositions de cette même cuvette de façon à mettre obstacle à la perte de mercure, favorisée par la forme conique qu'elle avait dans l'instrument de M. Aimé, aussi bien que par les dimensions des trous destinés à livrer passage à l'eau. C'est pourquoi nous avons cru devoir adopter la forme cylindrique, et, pour atténuer plus sûrement la projection brusque du mercure dans la cuvette, nous l'avons forcé à s'écouler lentement, par un trou de petite dimension, tandis que l'eau le remplace en pénétrant dans l'éprouvette par deux autres orifices latéraux plus petits encore.

A l'aide de ces précautions, nous avons pu obtenir beaucoup de précision dans nos prises d'eau. L'instrument, que nous avons fait figurer Pl. VI, *fig.* 12, s'est toujours bien comporté, ne perdant que des parties insignifiantes de mercure, et nous n'avons jamais été forcé de recommencer l'opération du puisage.

Pour s'en servir (1), on commence par visser l'éprouvette E, pleine de mercure, dans le

(1) Voir Pl. VI, *fig.* 12. Cet instrument est d'ailleurs déposé à Paris au dépôt des cartes et plans de la marine, où il serait facile de l'étudier si l'on désirait en faire construire de pareils pour des recherches analogues.

cylindre en fer B, destiné à la garantir; ce même cylindre B se visse lui-même à la cuvette cylindrique A, et le système peut être descendu dans cette position, maintenu qu'il est par l'anneau O. Pendant la descente, l'eau circule librement dans la cuvette, les clapets S,S' étant maintenus par un rebord R à distance des orifices qu'ils sont destinés à fermer.

Lorsqu'on veut opérer le renversement, on lâche le curseur en plomb C, qui, glissant le long du fil de sonde, vient frapper le plateau D, dont l'abaissement détermine celui de la tige coudée; l'anneau O se détache et l'appareil à puiser se renverse; alors, les clapets S,S' s'abaissent en vertu de leur poids et bouchent les ouvertures auxquelles ils correspondent, de telle sorte que la cuvette se trouve fermée et prête à recevoir le mercure qui, s'étant écoulé par l'orifice *i*, est remplacé dans l'éprouvette par l'eau de mer, que l'on remonte ainsi parfaitement isolée à la surface et sans perte notable de mercure.

L'instrument retiré de la mer, nous prenions la densité de l'eau contenue dans l'éprouvette, au moyen de densimètres très-sensibles que nous avions fait construire spécialement pour les eaux de la mer Morte, par M. Baudin (1); puis nous introduisions cette eau salée dans un large tube en verre de même capacité que l'éprouvette et effilé à son extrémité ouverte, de telle sorte qu'il était facile de la souder au chalumeau et d'assurer ainsi la conservation des eaux recueillies. C'est ainsi que nous avons pu obtenir, en mars et avril 1864, sous la haute direction du duc de Luynes, et avec le concours obligeant de nos compagnons de voyage, MM. Vignes et Combe (2), des séries assez complètes d'échantillons se rapportant aux diverses portions de la surface de la mer Morte, ainsi qu'aux couches d'eau de différentes profondeurs.

3° *Résultats fournis par l'analyse chimique des eaux recueillies en divers points de la surface de la mer Morte et à différentes profondeurs. — Comparaison de la salure de ces eaux avec celles de quelques autres lacs.*

Les eaux de la mer Morte, recueillies comme il vient d'être dit, et accompagnées d'une série comparative d'échantillons puisés aux principales sources qui avoisinent le lac, étaient arrivées sans accident à Jérusalem; mais, à notre retour en France, nous pûmes constater

(1) Nous devons signaler le soin avec lequel M. Baudin a construit ces deux densimètres, qui nous ont donné des indications dont nous avons pu vérifier la justesse, par suite des déterminations plus rigoureuses de densité faites dans le laboratoire de chimie du Muséum par M. Terreil.

(2) Nous ne devons pas oublier les marins du *Ségor*, et notamment le sergent d'armes Matteï, à qui l'on doit rapporter une bonne partie du succès de l'opération du puisage, et qui devait plus tard m'aider avec tant de zèle dans la recherche des fossiles.

que beaucoup de tubes avaient été brisés, les caisses ayant été ouvertes et brutalement refermées à la douane de Marseille. Néanmoins, il en restait encore un assez grand nombre pour pouvoir donner par l'analyse des résultats intéressants. Nos densimètres nous avaient bien appris déjà, sur les lieux mêmes, que la densité croissait rapidement jusqu'à une certaine profondeur, au delà de laquelle, l'influence des eaux douces ne se faisant probablement plus sentir, les couches d'eau, d'une composition plus uniforme, n'eprouvaient plus qu'un faible accroissement dans leur pesanteur spécifique. De plus, en tenant compte des températures, nous avions pu constater un accroissement léger de densité à la surface de la mer Morte, du nord au sud, résultat facile à prévoir, ainsi que nous l'avons remarqué plus haut.

Il fallait compléter ces premières données par l'étude chimique des échantillons d'eau ci-dessus mentionnés, étude que nous crûmes devoir confier à l'habileté bien connue de M. Terreil, aide de chimie minérale au Muséum. Les résultats de ses recherches sont consignés dans les deux tableaux ci-dessous.

Le premier tableau donne les analyses quantitatives de trois échantillons d'eau recueillis à la surface de la mer Morte, dans les régions septentrionale, moyenne et méridionale, et de cinq autres échantillons puisés à 20, 42, 120, 200 et 300 mètres de profondeur. Le second tableau comprend tous les échantillons dont il a été possible de faire une analyse qualitative, et dans lesquels on ne s'est attaché à doser que le brome et la potasse, les deux substances qui pouvaient seules y être recherchées par l'industrie. Les densités de ces eaux ont été prises avec le plus grand soin, par M. Terreil, à une température moyenne de 15 degrés.

Nous avons cru devoir compléter, autant qu'il était possible, ces diverses séries, en indiquant, dans une colonne à part, les densités observées sur les lieux de tous les échantillons que nous avions puisés, tant de ceux qui ont été soumis à l'examen de M. Terreil que de ceux qui, par suite de la rupture des tubes, n'ont pu être analysés.

TABLEAU DES ANALYSES QUANTITATIVES DES EAUX RECUEILLIES EN DIFFÉRENTS POINTS DE LA SURFACE DE LA MER MORTE ET A DIVERSES PROFONDEURS (1).

| SIGNES des prises d'eau. (Pl. II). | DATES des prises d'eau. | INDICATION DES POINTS où ont été recueillies les eaux. | PROFONDEUR en mètres. | RÉSIDU salin, etc. | EAU. | DENSITÉ à + 15°. | CHLORE. | BROME. | ACIDE sulfurique. | ACIDE carbonique. | MAGNÉSIUM. | SODIUM. | CALCIUM | POTASSIUM. | AMMONIAQUE. | ALUMINE et fer. | SILICE. | MATIÈRES organiques. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| G | 20 mars 1864 | En mer, en face et près du Ras Dale, vers le milieu de la longueur de la mer Morte. . . . | surf. | 27,078 | 972,922 | 1,0216 | 17,628 | 0,167 | 0,202 | traces. | 4,197 | 0,885 | 2,150 | 0,474 | traces. | traces. | 0,006 | traces. |
| F | 24 mars 1864 | Lagune, au N. du Djebel-Usdom, à l'extrémité S. O. de la mer Morte. . . . . . . . . . . . . . | surf. | 47,683 | 952,317 | 1,0375 | 29,826 | 0,835 | 0,676 | traces. | 3,470 | 7,845 | 4,481 | 0,779 | traces | traces. | traces. | traces. |
| I | 7 avril 1864 | Près de l'îlot, à l'extrémité N. O. de la mer Morte. . . . . . . . | surf. | 205,789 | 794,211 | 1,1647 | 126,521 | 4,568 | 0,494 | traces. | 25,529 | 22,400 | 9,094 | 3,547 | traces. | traces. | traces. | traces. |
| D | 18 mars 1864 | En mer, à 5 milles à l'E. du waddy Mrabba. . . . . . . . . | 20m | 204,311 | 795,689 | 1,1877 | 145,543 | 3,204 | 0,362 | traces. | 29,881 | 13,113 | 11,472 | 3,520 | » | » | » | » |
| H | 19 mars 1864 | En mer, près du Ras Mersed. . . | 42m | 260,994 | 739,005 | 1,2151 | 165,443 | 4,834 | 0,447 | traces. | 41,004 | 24,786 | 3,693 | 2,421 | » | » | » | » |
| A | 15 mars 1864 | En mer, à 5 milles à l'E. du Ras Feschkah. . . . . . . . . . . . | 120m | 262,648 | 737,352 | 1,2225 | 166,340 | 4,870 | 0,451 | traces. | 41,306 | 25,071 | 3,704 | 3,990 | » | » | » | » |
| A | *Id.* | En mer, à 5 milles à l'E. du Ras Feschkah. . . . . . . . . . . . | 200m | 271,606 | 728,394 | 1,2300 | 170,425 | 4,385 | 0,459 | » | 42,006 | 25,107 | 4,218 | 4,503 | » | » | » | » |
| D | 18 mars 1864 | En mer, à 5 milles à l'E. du waddy Mrabba. . . . . . . . . | 300m | 278,135 | 721,865 | 1,2533 | 174,985 | 7,093 | 0,523 | » | 51,428 | 14,300 | 17,269 | 4,386 | » | » | » | » |

(1) Ces analyses ont été faites au laboratoire de chimie minérale du Muséum par M. Terreil, sur des échantillons rapportés par nous dans des tubes de verre soudés sur place, au chalumeau, immédiatement après leur remplissage.

On trouvera (Pl. II) la *désignation des points où ont été effectuées ces prises d'eau* par les lettres A, B, C, etc., qui servent à retrouver leur place dans la *section verticale et longitudinale de la mer Morte*, figurée dans la même planche.

TABLEAU DES DENSITÉS ET DE LA RICHESSE EN BROME ET EN POTASSE DES EAUX DE LA MER MORTE.

| SIGNES des prises d'eau. | INDICATION DES POINTS où ont été recueillies les eaux. | ÉPOQUES du puisage. | PROFONDEURS en mètres à partir de la surface. | DENSITÉS prises sur les lieux, la température variant de 20 à 30°. | DENSITÉS prises au laboratoire, à la température de 15°. | RÉSIDU salin sec. | BROME. | POTASSE anhydre. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| J | En mer, à l'embouchure du Jourdain. | 2 avril 1864 | surface. | 1,000 | 1,085 | 24,182 | 0,486 | 5,070 |
| K | En mer, à l'embouchure du waddy Mojeb. . . . . . . . . . . . . . . . . | 29 mars 1864 | surface. | » | 1,1150 | 146,336 | 3,590 | 3,875 |
| I | A l'extrémité N. O. de la mer Morte, près de l'îlot. . . . . . . . . . . . | 1er avril 1864 | surface. | » | 1,1647 | 205,789 | 4,568 | 3,822 |
| A | En mer, à 5 milles à l'E. du Ras Feschkah. . . . . . . . . . . . . . | 15 mars 1864 | surface. | 1,161 | » | » | » | » |
| | *Id.* | *Id.* | 120 | 1,225 | 1,2225 | 262,648 | 4,870 | 2,990 |
| | *Id.* | *Id.* | 200 | 1,230 | 1,2300 | 271,606 | 4,385 | 5,426 |
| | *Id.* | *Id.* | 280 | 1,230 | » | » | » | » |
| B | En mer, à 2 milles à l'E. d'Aïn-Ghuwier. . . . . . . . . . . . . . | 16 mars 1864 | surface. | 1,161 | » | » | » | » |
| | *Id.* | *Id.* | 140 | 1,228 | 1,2280 | 256,010 | 4,463 | » |
| | *Id.* | *Id.* | 240 | 1,229 | 1,2320 | 276,989 | 4,456 | 5,984 |
| C | En mer, à 4 milles à l'E. d'Aïn-Ghuwier (en face du waddy Zerka-Maïn). . . . . . . . . . . . . . . . . | 16 mars 1864 | surface. | 1,162 | » | » | » | » |
| | *Id.* | *Id.* | 20 | 1,190 | » | » | » | » |
| | *Id.* | *Id.* | 40 | 1,203 | » | » | » | » |
| | *Id.* | *Id.* | 60 | 1,220 | » | » | » | » |
| | *Id.* | *Id.* | 80 | 1,229 | » | » | » | » |
| D | En mer, à 5 milles à l'E. du waddy Mrabba. . . . . . . . . . . . . . . | 18 mars 1864 | surface. | 1,162 | » | » | » | » |
| | *Id.* | *Id.* | 20 | 1,180 | » | » | » | » |
| | *Id.* | *Id.* | 40 | 1,222 | » | » | » | » |
| | *Id.* | *Id.* | 60 | 1,227 | 1,2310 | 273,572 | 4,754 | 5,250 |
| | *Id.* | *Id.* | 80 | 1,230 | 1,2340 | 274,643 | 4,411 | 5,943 |
| | *Id.* | *Id.* | 300 | 1,230 | 1,2563 | 278,135 | 7,093 | 5,285 |
| G | En mer, en face et près du Ras Dale. | 30 mars 1864 | surface. | » | 1,0216 | 27,078 | 0,167 | 0,492 |
| H | En mer, en face et près du Ras Mersed. | 19 mars 1864 | 42 | 1,214 | 1,2151 | 260,994 | 4,834 | 2,868 |
| E | En mer, dans le canal, entre le Ras Sennin et la pointe méridionale de la Liçan. . . . . . . . . . . . . . . | 23 mars 1864 | surface. | 1,162 | » | » | » | » |
| | *Id.* | *Id.* | » | 1,166 | 1,1700 | 210,366 | 2,662 | » |
| F | En mer, près du Djebel-Usdom. . . . | 24 mars 1864 | surface. | 1,165 | 1,1740 | 209,154 | 2,633 | 4,331 |

Ces essais mettent en évidence la richesse extraordinaire en brome des eaux de la mer

Morte, et montrent que la proportion de cette substance croît à peu près régulièrement, de la surface au fond, où elle atteint le chiffre énorme de 7$^{gr}$,093 par kilogramme d'eau. Il y a donc dans les eaux du lac Asphaltite bien plus de brome qu'on ne pouvait le supposer d'après les analyses antérieures, et cependant M. Boussingault y regardait déjà la proportion de cette substance comme suffisante pour en motiver l'extraction des eaux de la mer Morte le jour où on lui aurait trouvé une application industrielle un peu importante.

Cette richesse en brome des eaux de la mer Morte doit être considérée, ainsi que l'a déjà fait observer M. Bischoff (1), comme l'indice d'une concentration longtemps prolongée, et l'on peut voir combien cette idée s'accorde avec celles que nous avions émises sur le mode de formation de ce lac (2).

Dans les expériences si instructives que M. Usiglio a faites sur les dépôts qui s'opèrent successivement dans les eaux de la Méditerranée lorsqu'on les soumet à des concentrations progressives, analogues à celles qui se produisent dans les marais salants, sous l'influence de l'évaporation (3), ce savant chimiste est arrivé aux résultats suivants : jusqu'à une concentration correspondant à 16°,75 de l'aréomètre Baumé, on a un dépôt de carbonate de chaux mélangé d'un peu d'oxyde de fer. La concentration croissant de 16°,75 à 26°,25, c'est du gypse qui se dépose. Au delà de ce degré de concentration, le sel marin, le sulfate de magnésie et le chlorure de magnésium, qui constituent avec le bromure de sodium et le chlorure de calcium la salure des eaux mères, commencent à se précipiter à leur tour; les deux derniers sels croissent en proportion, et les bromures ne commencent à se déposer que lorsque la dissolution correspond à 28°,5 de l'aéromètre.

Les lacs salés, quelles que soient leur nature et leur origine, sont soumis dans leur concentration séculaire aux mêmes lois générales que les eaux de l'Océan. On voit donc par ce qui précède qu'une grande partie de leurs sels doit se séparer de la même manière et qu'à la suite de cet ordre semblable d'éliminations successives, des eaux primitivement très-différentes par leur origine et la nature de leurs sels peuvent, à la fin de ces séries parallèles de séparation, offrir une grande ressemblance dans leur salure.

On peut donc dire qu'en général les masses d'eau salée, soumises à une évaporation puissante, s'acheminent vers ces derniers termes de concentration dont approchent si fort la mer Morte et quelques lacs des steppes de la Caspienne, tels que les lacs Elton, Bogdo, Indersk, par exemple. Le chlorure de potassium et les bromures qui se séparent les derniers

(1) *Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie.* Bonn, 1864, 2$^{e}$ éd., t. II.
(2) *Bull. Soc. géol.*, 2$^{e}$ série, t, XXII, p. 455.
(3) *Ann. de chim. et de phys.*, 3$^{e}$ série, t. XXVII, p. 172.

des eaux mères devront donc également se rencontrer dans ces lacs en quantité d'autant plus notable que la concentration se sera opérée plus longtemps et d'une façon plus complète; c'est ce qui explique jusqu'à un certain point la richesse exceptionnelle en brome et en potasse des eaux de la mer Morte, et nous porte à considérer cette nappe d'eau comme un lac salé des plus anciens, ainsi que l'indiqueraient d'ailleurs l'étude géologique de son bassin et la salure des sédiments qu'elle a dû déposer dans une période d'exhaussement antérieure à l'éruption des derniers volcans de cette région.

D'après les analyses de MM. Gœbel, Erdmann et H. Rose portant sur des échantillons d'eau du lac Elton recueillis à trois époques différentes, en avril, août et octobre, on a pu arriver à se rendre compte de la composition moyenne des eaux de ce lac et connaître, en même temps, les variations que lui font éprouver les saisons (1).

Au printemps, époque à laquelle les affluents fournissent au lac des masses d'eau considérables, le sel marin y est un peu plus abondant que le chlorure de magnésium; mais, pendant l'été, la proportion de chlorure de magnésium est double de celle du chlorure de sodium, et en automne, la quantité de chlorure de magnésium y est cinq fois plus grande que celle du sel marin, les eaux se trouvant alors soumises à l'évaporation la plus active et à une concentration assez forte pour déterminer la précipitation de ce dernier sel.

Ces faits donnent une idée des variations que les saisons doivent introduire dans la composition de l'eau de la mer Morte. Ils semblent indiquer, en outre, que l'eau du lac Elton est parvenue à un degré de saturation plus avancé que les plus élevés de ceux auxquels M. Usiglio a pu amener les eaux mères de la Méditerranée (35°) (2), bien que l'eau de ce lac offre avec les eaux mères correspondant à ce dernier terme de concentration assez de ressemblance dans la composition.

Dans le lac Bodgo, les eaux ont sans doute été soumises à une concentration moins longtemps prolongée, car le chlorure de magnésium y égale à peine le quart du sel marin (3), bien que la proportion notable des chlorures de potassium et de calcium ait dû contribuer à diminuer la solubilité du chlorure de sodium.

Le lac Indersk (4) offre une proportion encore plus faible de bromure de magnésium. Il

(1) M. Bischoff est arrivé, au moyen d'expériences très-simples, à reproduire la composition des eaux du lac Elton aux trois époques que nous venons d'indiquer, en cherchant à réaliser dans les conditions de l'expérience les phénomènes qui se produisent, à ces mêmes trois époques, à la surface du lac (Bischoff, *loc. cit.*, p. 66).

(2) Dans les expériences de M. Usiglio, c'est entre 30° et 35° de l'aéromètre que les chlorures de sodium et de magnésium entrent pour la même quantité dans la dissolution; avant ce point, le chlorure de sodium est dominant; au delà, le chlorure de magnésium l'emporte rapidement.

(3) Gœbel. — *Tableau de la composition de l'eau des principaux lacs et des eaux salées de la steppe des Kirghis et de la Crimée* (*Reise in die Steppen...*, t. II).

(4) Gœbel, *loc. cit.*

renferme encore cependant une quantité notable de bromure de magnésium, quoique plus faible que dans les cas précédents.

C'est ici que viendrait se ranger, dans la série des lacs salés que nous cherchons à établir d'après leur richesse décroissante en sels difficilement précipitables, le lac Urmiah, *cette mer Morte Persique.*

Hitchcook en avait donné la description en même temps que la composition des eaux dès 1844, d'après les notes et les spécimens recueillis par les missionnaires américains (1). Depuis lors, Dubois de Montpéreux (2) et plus récemment M. Abich (3) ont étudié cette intéressante contrée. Ce dernier et éminent géologue, dans les analyses qu'il a données du lac Urmiah, n'y a point signalé de brome. Le chlorure de sodium y serait au contraire en proportions très-considérables relativement au chlorure de magnésium.

Le lac Van, qui en est voisin, est situé comme le précédent à une très-grande élévation au-dessus du niveau de la mer. Il a été étudié par M. de Chancourtois (4), qui a constaté que ses eaux ne contiennent pas de chlorure de magnésium et que toute la magnésie, ainsi qu'une partie de la soude, s'y trouve à l'état de sesqui-carbonate.

Enfin nous pouvons, en sortant de l'Asie, ajouter encore un terme à cette série, en mentionnant un lac que l'on a souvent comparé à la mer Morte. Nous voulons parler du *grand lac Salé* de l'Amérique du Nord, qui nous offre le type d'un lac dont la salure est presque exclusivement empruntée au chlorure de sodium, qui en constitue plus des 97 centièmes, et qui ne contient que des millièmes des autres sels si abondamment répandus dans les eaux de la mer Morte (5). A l'égard de ce lac, situé comme les deux précédents, à un niveau fort élevé, il se pourrait bien que, dans la suite des temps, il acquît une salure plus ou moins semblable à celle de la mer Morte, à la condition toutefois d'être soumis à une évaporation longtemps continuée. Néanmoins, il faut bien remarquer que des causes qui, ainsi que nous le verrons, ont dû influer au plus haut degré sur la salure des eaux du lac Asphaltite, n'enrichiront peut-être jamais celles du grand lac Salé.

Afin de faciliter la comparaison avec les eaux de la mer Morte de celles des principaux lacs salés de l'Asie dont nous venons de parler, nous avons cru devoir indiquer leurs compositions dans le tableau ci-après, qui fera ressortir quelques rapprochements assez curieux.

(1) *Notes on the geology of several parts of Western Asia...... Report of the Assoc, of americ. geolog. and natural.*, 1843, p. 404.

(2) *Voyage autour du Caucase.*

(3) *Mém. de l'Acad. de Saint-Pétersbourg*, t. IX, 1859.

(4) *Comptes rendus*, t. XXI, p. 4, 1845.

(5) Frémont. — *Rep. of the explor. exped...*, 1845, p. 150, 158.

On remarquera, dans ce tableau, que les deux derniers lacs, qui de même que le grand lac Salé, sont à des niveaux beaucoup plus élevés que les précédents, sont également ceux qui doivent être envisagés comme les moins avancés au point de vue de la concentration, ce qui tient probablement à ce que l'évaporation ne s'exerce pas avec autant d'énergie à de pareilles hauteurs que dans les plaines basses et déprimées de la Caspienne. Il n'est donc pas étonnant que leurs eaux, soumises à une concentration beaucoup plus lente que dans le cas des premiers lacs, ne renferment le chlorure de magnésium et les autres sels qui l'accompagnent qu'en des proportions très-faibles relativement à celle du chlorure de sodium qui ne s'est pas encore séparé de leurs eaux.

On pourrait ainsi considérer la grande salure de ces lacs de grande altitude comme résultant surtout du voisinage de masses considérables de sel gemme, dont l'existence a été notamment vérifiée près des trois lacs que nous avons cités ici. Dans les lacs déprimés, la concentration a pu marcher beaucoup plus rapidement.

TABLEAU COMPARATIF DES ALTITUDES ET DE LA COMPOSITION DES EAUX DE QUELQUES LACS SALÉS ASIATIQUES PRÉSENTANT PLUS OU MOINS D'ANALOGIE AVEC LA MER MORTE.

| INDICATION DES LACS et des AUTEURS DES ANALYSES. | ALTITUDES en mètres. | DENSITÉ. | CHLORURES | | | | BROMURES | | SULFATES | | | | CARBONATES | | | SILICE. | OXYDE de fer. | EAU. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | de sodium. | de magnésium. | de potassium. | de calcium. | de magnésium. | de sodium. | de chaux. | de magnésie. | de potasse. | de soude. | de chaux. | de soude. | de magnésie. | | | |
| Mer Morte, ras Dale (Terreil), avril. Surface. | —392m | 1,0216 | 0,1864 | 1,649 | 0,101 | 0,568 | 0,019 | .... | 0,034 | .... | .... | .... | traces | .... | .... | traces | traces | 97,429 |
| Id., près de l'îlot (Terreil). Surface. | .... | 1,1647 | 5,4860 | 9,823 | 0,759 | 2,473 | 0,525 | .... | 0,083 | .... | .... | .... | traces | .... | .... | traces | traces | 80,784 |
| Id., entre le ras Feschka (Terreil), 120m de profond. | .... | 1,2225 | 5,8961 | 16,044 | 0,853 | 0,964 | 0,560 | .... | 0,076 | .... | .... | .... | traces | .... | .... | traces | traces | 75,4268 |
| Id., et le Ras Zerka (Terreil), 200m de profond. | .... | 1,2300 | 6,0425 | 16,349 | 0,963 | 1,0153 | 0,504 | .... | 0,078 | .... | .... | .... | traces | .... | .... | traces | traces | 74,8899 |
| Lac Elton (Gœbel), avril. Surface. | .... | .... | 13,124 | 10,542 | 0,222 | .... | 0,007 | .... | .... | 1,665 | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | 74,440 |
| Lac Elton (Erdmann), août. » | .... | .... | 7,451 | 16,280 | .... | .... | .... | .... | 0,036 | 2,185 | .... | 0,038 | .... | .... | .... | .... | .... | 73,505 |
| Lac Elton (H. Rose), octobre. » | —7m,80 | 1,27288 | 3,83 | 19,75 | 0,23 | .... | 0,006 | .... | .... | 5,32 | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | 70,87 |
| Lac Bogdo (Gœbel). . . . . » | —5m,85 | .... | 19,000 | 5,435 | 0,199 | 0,989 | 0,005 | .... | 0,028 | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | 74,343 |
| Lac Indersk (Gœbel). . . . » | .... | .... | 23,928 | 1,736 | 0,101 | .... | .... | .... | 0,042 | 0,346 | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | 73,842 |
| Mer Caspienne (H. Rose). . » | .... | 1,0013 | 0,0754 | traces | .... | traces | .... | .... | 0,0406 | traces | 0,036 | .... | .... | .... | 0,1539 | .... | .... | 99,834 |
| Lac Urmiah (Hitchcock). . » | +120m | 1,114 | 19,05 | 0,52 | .... | traces | .... | .... | 0,18 | 0,80 | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | 79,45 |
| Lac Van (de Chancourtois). » | +1100m | 1,0188 | 0,938 | .... | .... | .... | .... | .... | .... | .... | 0,055 | 0,333 | .... | (sesqui) 0,861 | (sesqui) 0,55 | 0,018 | traces | 97,740 |
| Méditerranée (Usiglio). . . . . | 0m | 1,0258 | 2,9424 | 0,3219 | 0,0505 | .... | .... | 0,0556 | 0,1357 | 0,2477 | .... | .... | 0,0114 | .... | .... | .... | 0.0003 | 96,2345 |

(1) M. Abich a donné des analyses plus complètes des eaux du lac Urmiah et de celles de la Caspienne, prises dans les golfes de Baku et de Derbent (*Mém. Acad. Saint-Pétersbourg*, vol. IX, 1859).

On le voit, les lacs salés paraissent être classés dans ce tableau, à la fois *suivant* leurs altitudes et *inversement* à leur richesse en bromures et en chlorures déliquescents qui n'abondent d'ordinaire que dans les eaux les plus concentrées. Les lacs de l'Arménie, ainsi que le *grand lac Salé* des Montagnes Rocheuses, occupent l'une des extrémités de la série; à l'autre, viennent se placer le lac Elton et la mer Morte sur les eaux de laquelle nous allons donner encore quelques détails nouveaux qui ressortent des essais chimiques de M. Terreil.

D'abord, nous trouvons dans ces analyses la confirmation de ce que nous avions dit plus haut sur l'existence d'un contre-courant latéral, ramenant vers le nord-est de la mer Morte des eaux plus concentrées; en effet, près de l'îlot où viendrait se terminer ce contre-courant, la teneur des eaux de la surface, en brome, serait de $4^{gr},568$ par kilogramme d'eau, quantité presque décuple de celle que l'on rencontre non loin de là à l'embouchure du Jourdain.

M. Terreil a observé qu'au moment où il a brisé l'extrémité des tubes pour en analyser le contenu, il s'en dégageait une odeur désagréable rappelant à la fois celle de l'hydrogène sulfuré et celle des bitumes. Cette odeur était surtout prononcée dans les échantillons d'eau que nous avions recueillis au Ras Mersed, et nous verrons plus tard à quelles observations se relie ce fait intéressant.

Tous ces tubes contenaient un léger dépôt ocreux constitué par de l'oxyde de fer, de l'alumine, de la silice, et de plus par une matière organique dont il n'a pas été possible de déterminer exactement la nature, *mais qui exhale une odeur bitumineuse caractéristique*.

L'iode et le phosphore ne paraissent pas exister dans les eaux de la mer Morte. Pour le premier de ces corps, il faut cependant remarquer que les réactions qui le font reconnaître sont souvent masquées en présence d'une quantité notable de brome, ainsi que M. Usiglio a pu le reconnaître; quant au second, nous trouvons dans son absence une preuve de plus que la mer Morte ne nourrit pas d'animaux.

M. Terreil a également vérifié avec le plus grand soin, au moyen de l'analyse spectrale, l'absence du cæsium, du rubidium et du lithium dans les mêmes eaux.

Ces observations négatives viennent s'ajouter à un autre fait que nous avons déjà cité dans le chapitre précédent, et dont nous devons la connaissance à M. Malaguti. L'ancien et savant doyen de la Faculté de Rennes avait constaté l'absence complète de l'argent dans des résidus d'évaporation des eaux de la mer Morte, qui, en raison du volume d'eau qu'ils représentaient, auraient dû lui en fournir des quantités très-appréciables, si ces eaux en eussent contenu seulement autant que celles de l'Océan.

Ces faits viennent se ranger à côté des preuves géologiques que nous avons énumérées dans un précédent travail, et ils militent en faveur de l'indépendance originelle de la mer Morte par rapport aux mers qui l'avoisinent.

Un dernier fait qui n'est pas sans importance et qui ressort encore des analyses précédentes, c'est que, dans les couches d'eau superficielles, la teneur en brome ne croît pas avec la densité, en allant du nord au sud. En effet, tandis que les eaux recueillies à l'extrémité septentrionale du lac, près de l'îlot, contiennent 4gr,568 de brome par kilogramme d'eau, et que celles de l'embouchure du waddy Mojeb en renferment encore 3gr,590, à l'extrémité méridionale de la mer Morte, dans le canal et même dans le voisinage de la montagne de sel, le brome ne s'élève pas à une proportion de plus de 2gr,662 par kilogramme d'eau. Ce fait donne ainsi tort aux sentiments de Volney, de M. de Bertou et de quelques autres voyageurs, qui ont attribué l'origine des sels contenus dans la mer Morte uniquement aux masses salines situées sur son bord méridional.

Nous allons d'ailleurs chercher à examiner la véritable nature et le gisement de ces masses salines et la part qui leur revient dans l'accroissement de salure des eaux du lac Asphaltite.

### 4° *Gisement et nature des masses salines du Djebel Usdom et de Zouweirah-el-Foka. — Influence qu'elles ont pu exercer sur la composition de l'eau de la mer Morte.*

Nous avons vu, en étudiant les terrains crétacés de la Judée (1), quelle était la richesse salifère de certaines de leurs assises. Il est de ces terres crayeuses où ces propriétés salifères sont très-appréciables simplement au goût. Dans d'autres, bien que les substances salines ne manifestent plus aussi évidemment leur présence, on s'aperçoit de leur existence dans la roche par le mode particulier de désagrégation qu'elles provoquent et qui fournit un indice de la présence du chlorure de sodium que l'analyse chimique vient généralement confirmer (2).

Cette richesse salifère des marnes et calcaires crétacés s'accentue principalement vers la partie méridionale des falaises occidentales de la mer Morte et l'on se rappelle que le puissant

(1) Chapitre v, p. 74 et suivantes.

(2) Cette richesse salifère de certains niveaux crétacés se retrouve aussi à l'est de la mer Morte. Les eaux qui imprègnent ces terrains, arrêtées dans leur descente par les argiles superposées au grès de Nubie, y constituent un *niveau d'eau* d'où s'épanchent de nombreuses sources qui arrosent les plaines et, en s'évaporant, les couvrent d'incrustations salines très-apparentes résultant des sels dont elles se sont chargées en traversant la craie.

gisement de gypse de Zouweirah-el-Foka, intercalé dans les marnes et calcaires crétacés, offre à sa base des couches fortement imprégnées de sel marin (1).

Mais nulle part il n'existe de bancs réglés de sel gemme, si ce n'est au Djebel Usdom; aussi était-il naturel de se préoccuper avant tout de l'influence que l'existence de cette montagne de sel sur les bords de la mer Morte pouvait avoir exercée sur la salure de ses eaux.

Ce rapprochement inévitable devait fournir aux premiers voyageurs qui furent conduits à le faire, comme MM. Volney et de Bertou, une explication simple et pour ainsi dire naïve de l'origine de la haute salure des eaux du lac. C'était celle qui devait se présenter tout d'abord à l'esprit de l'observateur. Nous allons voir quelles modifications peut y apporter un examen plus approfondi de la question.

Nous avons montré, p. 87, quelle était la constitution de cette montagne du Djebel-Usdom qui surgit au milieu de la plaine de la Sabkah, dont elle s'isole par des escarpements tranchants et abrupts de sel gemme, et dans le voisinage de laquelle la tradition place l'existence de l'ancienne Sodome dont elle semble porter le nom à peine altéré.

Ces escarpements de sel sont très-voisins du rivage de la mer Morte, comme le montrent la vue et la coupe géologique que nous avons donnée du Djebel Usdom (2). Ces eaux peuvent même en atteindre la base dans leurs crues exceptionnelles.

Pour les personnes qui ignorent que le sel gemme se dissout moins vite que le sel de cuisine et qui ne tiennent pas compte de l'influence de la température élevée et du climat sec du pays qui nous occupe sur cette même solubilité, il peut paraître étonnant que la montagne de sel résiste depuis si longtemps et se maintienne à la même place, sans paraître céder un pouce de terrain.

Les eaux de la mer Morte, arrivées presque au point de saturation et qui laissent déposer au fond des cristaux de sel, ne peuvent en dissoudre beaucoup lorsque, dans des crues exceptionnelles, elles atteignent la base du Djebel Usdom; quant aux eaux atmosphériques, on sait de quelle sécheresse est frappé ce pays. D'ailleurs, les expériences faites par Cordier sur la solubilité du sel gemme de la montagne de Cardona, en Espagne, que l'on regarde dans le pays comme indestructible, ont prouvé qu'en cent ans l'eau n'enlèverait pas à cette masse saline une couche de sel de $1^{m},50$ (3).

En appliquant ces résultats au Djedel Usdom et en tenant compte de la sécheresse et de

(1) Voir p. 86. Voir aussi la *coupe du versant oriental de la chaîne de Judée, jusqu'à la mer Morte*, passant par les gîtes salins de Zouweirah et du Djebel Usdom (Pl. VI, *fig.* 7) et dont la légende se trouve p. 85.

(2) Voir Pl. III et p. 87, 88, 89.

(3) *Journal de physique*, t. LXXXII, p. 344, 1816.

la température exceptionnelles qui y règnent, ainsi que des circonstances de gisement qui diminuent dans une forte proportion les influences des agents atmosphériques sur cette couche de sel gemme, on voit que le sel qu'ils lui enlèvent ne peut être comparé à celui que laissent déposer, par suite de leur évaporation, les eaux que jettent dans la mer Morte ses affluents et les sources qui l'environnent.

Ainsi donc, la montagne de sel ne pourrait être classée qu'au rang des causes secondaires qui influent sur la salure du lac, en supposant même qu'elle fût un réservoir des substances qui constituent les principaux éléments de salure de la mer Morte. Or, c'est ce que ne permet pas d'admettre le fait que nous rapportions à la fin du dernier paragraphe et que mettent encore mieux en évidence les analyses chimiques auxquelles ont été soumis des échantillons du sel du Djebel Usdom. Les premiers de ces essais sont dus à Hitchcock, qui opéra sur des échantillons recueillis par les missionnaires américains et dont la pureté lui semblait être l'indice d'une origine éruptive. Il y constata l'absence de l'iode et du brome. M. Terreil, qui a bien voulu soumettre à un essai plus complet le sel que nous avons tout récemment rapporté de la même localité, est arrivé à un résultat analogue, qui met en évidence la pureté du sel du Djebel Usdom, dont voici, d'après lui, la composition :

| | |
|---|---|
| Chlore | 59,30 |
| Sodium | 30,47 |
| Acide sulfurique | 0,92 |
| Chaux | 0,60 |
| Magnésie | 0,09 |
| Silice, argile, matière organique | 0,15 |
| Sulfures | traces. |

Il suffit donc de comparer les éléments de ces masses salines avec ceux que tiennent en dissolution les eaux de la mer Morte, pour être persuadé que, si l'on doit tenir un assez grand compte de l'influence que le voisinage du sel gemme du Djebel Usdom exerce sur la concentration des eaux du lac, en les enrichissant sans cesse de chlorure de sodium, on ne peut néanmoins y voir la cause principale de la salure si complexe de ce lac qui se rapproche davantage de celle des affluents et des sources de son bassin.

5° *Des sels contenus dans les affluents de la mer Morte et dans les sources qui l'avoisinent. — Origine probable de la salure de cette mer intérieure.*

Puisque les masses salines du rivage méridional de la mer Morte n'auraient pu, à raison de leur pureté, fournir qu'un seul des éléments de la salure si complexe de cette mer, le chlorure de sodium, et que l'on doit renoncer à y chercher l'origine de cette dernière, il convient d'examiner, à leur tour, les affluents et les sources au double point de vue de la nature des sels qu'ils amènent continuellement au lac et du rôle qu'ils ont pu jouer dans l'accroissement de sa salure.

Les eaux du Jourdain, ainsi que l'ont déjà si justement fait remarquer MM. Hitchcock et Bischoff, diffèrent considérablement par leur composition et par leur degré de salure de celles des autres fleuves. Voici l'analyse que M. Terreil a bien voulu faire des échantillons d'eau que nous avons puisés, le 21 avril 1866, dans ce fleuve, à 12 kilomètres de son embouchure et en amont du gué des Pèlerins, au gué dit des Gawarinehs (1).

Densité = 1,0010.

| | |
|---|---|
| Résidu salin laissé par un litre. . . . . . . . . . . . . . = | 0,873 |
| Eau. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 999,127 |

Composition :

| | |
|---|---|
| Chlore. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,425 |
| Acide sulfurique. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,034 |
| Acide carbonique. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | traces. |
| Soude. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,229 |
| Chaux. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,060 |
| Magnésie. . . , . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,065 |
| Potasse. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | traces. |
| Silice, alumine, fer. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | traces. |
| Matière organique. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | traces. |
| Total. . . . . . . . . . | 0,813 |

Cette analyse montre bien qu'à l'exception du brome dont on n'a pu y constater la présence, les eaux de ce fleuve, dont le volume doit égaler celui de la masse déversée par

(1) Nous avons puisé cette eau le 21 avril, à trois heures du soir ; sa température était de 22°, la température de l'air correspondant à 25°, et sa densité nous avait paru moins forte, d'après les indications de nos densimètres, que celle que M. Terreil lui a trouvée à la suite de détermination rigoureuse.

tous les autres affluents réunis, contiennent les mêmes éléments salins que la mer Morte (1).

On ne doit pas s'étonner de ce fait et en tirer une conclusion trop hâtive et trop absolue à l'égard de l'origine de la salure de la mer Morte, comme l'ont fait certains auteurs, notamment M. le docteur Marcet (2). Si l'on se reporte en effet à la carte géologique générale du bassin de la mer Morte (3), on verra que le Jourdain coule longtemps au milieu des sédiments que nous avons considérés comme ayant dû être déposés autrefois par la mer Morte, alors qu'elle s'élevait à un niveau de beaucoup supérieur, et qui sont imprégnés de matières salines en rapport avec la composition actuelle des eaux du lac.

Il n'est donc pas étonnant, malgré la sécheresse du pays et l'interposition du limon déposé par le Jourdain sur ses propres bords, que ce fleuve, drainant pendant les trois quarts de son cours ces dépôts encore imprégnés de leur salure originelle, leur emprunte une forte proportion des sels qu'il *restitue* journellement à cette mer.

Il en est de même de l'origine des sels de presque tous les autres affluents de la mer Morte, et l'on doit également faire les mêmes réserves en étudiant l'influence des sources du bassin sur la salure originelle de ce lac, à l'égard de celles d'entre elles qui émergent au milieu de ces anciens dépôts de la mer Morte.

Néanmoins, les réserves que nous venons de faire à propos du Jourdain et de ces sources ne peuvent plus s'appliquer à certaines sources chaudes qui jaillissent quelquefois directement au milieu des couches crétacées non salifères et qui renferment encore, bien qu'en proportions minimes, les principaux éléments de la salure du lac. La position de ces sources, généralement en rapport avec les lignes de dislocation du bassin, leur température et leur liaison avec les phénomènes volcaniques manifestés par leur voisinage des coulées basaltiques, montrent suffisamment que leur origine est profonde et que leur action, liée aux phénomènes de l'activité interne du globe, a pu exercer une influence très-sensible sur la salure du lac qui servait de réceptable final à leurs eaux. C'est cette influence qu'il nous reste à examiner ici.

Ainsi que cela a été dit plus haut, nous avions recueilli avec soin, dans des tubes soudés

(1) Hitchcock avait reconnu que les sulfates sont bien plus abondants dans l'eau du Jourdain que dans celle de la mer Morte, tandis que la magnésie l'emportait, au contraire, dans cette dernière. Mais il fait remarquer que cette différence pourrait provenir d'une décomposition des sulfates à leur arrivée dans le lac, et l'on pourrait ajouter à cette cause l'effet de la concentration subite des eaux.

(2) Le docteur Marcet plaçait dans le Jourdain la source de la salure de la mer Morte.

(3) Pl. I.

sur place, des spécimens des principales sources du pourtour de la mer Morte (1). M. Terreil en a fait l'analyse qualitative et il y a trouvé des chlorures, des sulfates et des carbonates de chaux, de magnésie, de soude et de potasse, c'est-à-dire les principales substances contenues dans les eaux de la mer Morte, à l'exception peut-être du brome dont ces échantillons n'ont offert aucune trace appréciable à l'analyse, ce qui ne prouve pas absolument que ce corps n'y puisse exister, à cause du volume d'eau *très-restreint* sur lequel ont porté ces essais chimiques.

Le tableau suivant donne quelques détails sur les températures, les densités et le degré de salure des sources.

TABLEAU COMPARATIF DES DENSITÉS, DES TEMPÉRATURES ET DE LA SALURE DES PRINCIPAUX FLEUVES ET SOURCES DES BORDS DE LA MER MORTE.

| NOM DES SOURCES ET DES RIVIÈRES. | DATES du puisage. | TEMPÉRATURE de l'eau. | TEMPÉRATURE de l'air. | DENSITÉ à 15°. | RÉSIDU SALIN laissé par un litre. |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1864. | | | | |
| Aïn-Turabeh. . . . . . . . . . | 17 mars. | 24° | 18° | 1,0024 | 3,032 |
| Aïn-Sweimeh. . . . . . . . . | 2 avril. | 27° | 17° | 1,0025 | 2,162 |
| Aïn-Jidy. . . . . . . . . . . | 16 mars. | 27° | 23° | 1,000032 | 0,394 |
| Aïn-Zara (1). . . . . . . . . | 5 avril. | 43° | 24° | 1,00082 | 0,716 |
| Waddy Zerka-Maïn. . . . . . | 5 avril. | 31° | 22° | 1,00066 | 1,569 |
| Jourdain. . . . . . . . . . . | 2t avril. | 22° | 25° | 1,00t0 | 0,873 |

(1) Nous n'avons donné que la température de la source de Zara où a été puisé l'échantillon; non loin de celle-là, il en existe une autre bien plus chaude encore.

(t) A leur arrivée à Paris, quelques-unes de ces eaux avaient déposé sur les parois des tubes fermés qui les contenaient de petits cristaux rhomboédriques de carbonate de chaux et de carbonate de magnésie, ainsi que M. Terreil a pu l'observer. Ce fait ne mettrait-il pas sur la voie de l'explication du développement considérable des dolomies dans cette région? Les calcaires dolomitiques qui constituent, en grande partie, les falaises de la mer Morte paraîtraient n'avoir été dolomisés qu'après leur dépôt, ainsi que semble le prouver le fait suivant. Près du débouché du waddy Seyal, sur le bord occidental de la mer Morte, se trouvent épars des blocs de calcaire arrachés aux falaises crétacées par les eaux torrentielles qui les ont charriés sur la plage. L'un de ces calcaires était criblé de cavités conservant grossièrement la forme extérieure des fossiles dont les moules intérieurs se retrouvent même parfois au dedans. Les parois de ces cavités et la surface de ces moules intérieurs étaient tapissées de beaux cristaux de quartz pyramidé, et souvent, sur ces cristaux de quartz, étaient venus se déposer des rhomboèdres de dolomie. D'autres fois, les cavités étaient seulement tapissées de ces derniers cristaux qui entrent également dans la constitution de la roche elle-même. Le quartz et la dolomie n'ont pu évidemment, dans ce cas-ci, se former qu'après la destruction plus ou moins complète des formes organiques que renferment les sédiments crétacés, et ils ont pu être déposés dans ces cavités par des eaux thermales du genre de

La quantité exceptionnelle de résidu salin que renferment l'eau d'Aïn-Turabeh et celle d'Aïn-Sweimeh s'explique aisément par leur voisinage des anciens dépôts de la mer Morte auxquels elles ont dû emprunter une grande partie au moins de leur salure. Il n'en est pas de même des eaux très-chaudes et très-abondantes d'Aïn-Zara qui jaillissent des grès de Nubie, entre deux coulées de lave, comme aussi celles de Callirhoë, près desquelles l'historien Josèphe indique la présence du soufre et de l'alun et que fréquentait à la fin de sa vie le roi Hérode, en raison de leurs vertus médicinales. Ces dernières sources arrivent également au jour près d'une coulée de lave ; elles communiquent au Zerka-Maïn, dont elles constituent l'aliment principal, la haute température dont ces eaux sont douées et leur donnent un aspect laiteux qui fait d'abord croire à un précipité de soufre analogue à celui qui se manifeste en général dans les eaux sulfureuses à leur arrivée à l'air libre.

Si l'on compare les résidus salins des eaux de Zara et du Zerka-Maïn à celui que laisse une source ordinaire telle que celle d'Aïn-Jidy, par exemple, on voit que la salure des premières, qui évidemment n'a point été influencée par la proximité des anciens dépôts de la mer Morte, ne laisse pas d'être considérable. Nous sommes ainsi porté à regarder les sources chaudes de Zara et de Callirhoë, situées dans les régions les plus agitées par les phénomènes volcaniques dont elles paraissent être les derniers vestiges, comme les sources *thermales principales* du bassin, les autres sources faiblement thermales en étant les *sources accompagnantes* (1).

celles qui ont laissé déposer sur nos tubes des rhomboèdres pareils et qui ont pu, par suite d'une imprégnation plus étendue, transformer les roches sur de vastes surfaces.

« Qu'une dislocation vienne à faire naître un groupe de sources thermales, n'est-il pas probable que la plupart « des terrains traversés par ces sources subiront une action qui, s'étendant de proche en proche, avec l'aide du « temps, occasionnerait le métamorphisme sur des zones d'une assez grande étendue? A Plombières, avant que « la vallée, en s'échancrant, donnât issue aux sources, l'eau arrivait déjà de la profondeur, et si elle paraissait à « la surface, ce n'était sans doute que par transsudation peu apparente. » (Daubrée, *Études sur le métamorphisme*, p. 103.)

Ceci pourrait également avoir lieu dans la région qui nous occupe, dès le dépôt de sédiments, et ces sources anciennes seraient encore représentées de nos jours par celles du bord occidental du lac, qui jaillissent toutes à proximité des calcaires dolomitiques.

(1) Ces expressions, que nous empruntons à M. Élie de Beaumont, correspondent à des distinctions établies dans le passage suivant, extrait du mémoire où cet éminent géologue a émis des vues si ingénieuses et si profondes *sur les émanations volcaniques et métallifères :*

« Les sources thermales, dit M Élie de Beaumont, sont généralement disposées par groupes, dans chacun « desquels existent une ou plusieurs sources thermales principales qui pourraient être considérées comme des « volcans privés de la faculté d'émettre aucun autre produit que des émanations gazeuses qui, dans le plus grand « nombre des cas, n'arrivent à la surface que condensées en eaux minérales et thermales....

« Il est probable que les sources thermales les plus chaudes, les *sources thermales principales*, émanent directement des roches éruptives, mais les *sources thermales accompagnantes* peuvent être considérées comme « résultant de l'eau qui descend la surface dans les fissures et remonte à la surface du sol. Ce trajet suffit pour

Ce ne sont pas les seules sources thermales principales du bassin. Sans parler de celles qui ont dû exister anciennement sur les bords de la mer Morte, à en juger par les dépôts considérables d'incrustations qu'elles paraissent avoir laissés (aragonite, etc.) et de celles qui peuvent encore émerger du fond même du lac, il y a encore dans la vallée du Jourdain quelques autres sources très-chaudes, dont la plus importante et la plus connue est celle de Hammam (Emmaüs), au sud de la petite ville de Tibériade.

Le voyage en amont de la vallée du Jourdain, que j'ai continué avec M. Vignes, après le retour en Europe du duc de Luynes, et d'après ses instructions, ayant pour objet principal l'exploration de la région si peu connue de l'est de ce fleuve, il ne m'a pas été possible de visiter cette source d'Emmaüs, qui est située sur la rive droite et sur laquelle d'ailleurs les renseignements abondent. Comme les sources de Zara et de Callirhoë, elle se trouve sur l'axe principal de dislocation du bassin, et, comme elles encore, elle est douée d'une haute température et touche à des épanchements basaltiques. Hitchcock, qui n'accordait, avec raison, aux sources d'eau saumâtre des bords de la mer Morte et aux masses de sel du Djebel-Usdom qu'une influence secondaire sur la salure des eaux du lac, attribuait l'origine de cette salure aux sources d'Emmaüs, dont les dépôts analysés par M. le docteur Turner auraient fourni, d'après le voyageur Monroë, les mêmes sels que ceux que renferme la mer Morte (1).

C'est le révérend Hebard, missionnaire américain, qui avait fourni à Hitchcock les documents et les échantillons d'après lesquels le savant professeur d'Amherst avait, quoique de fort loin, su voir si clairement dans un pays où ceux à qui il a été donné d'examiner de près les faits les ont généralement interprétés d'une manière si peu exacte. Le révérend Hebard, que la mort vint frapper en Syrie avant qu'il eût pu faire connaître tous les résultats de ses voyages, avait constaté que la température de ces sources était de 144 degrés Fahrenheit (62,5 centigrades), et qu'elles sortaient d'un calcaire bitumineux brun, semblable à celui des bords de la mer Morte (2).

A peu près vers la même époque, Gmelin donnait l'analyse de l'eau d'Emmaüs, et, près de dix ans plus tard, le docteur Anderson, de l'expédition du lieutenant Lynch, vérifiait avec soin la température de cette source, qu'il évalua après trois essais successifs à 143°,3 Fahrenheit (62° centigrades), et y puisait une quantité d'eau assez considérable pour donner

« qu'elles se chargent de beaucoup de substances minérales, et, quoique ces sources en soient moins chargées « que les sources thermales principales, elles en renferment cependant un grand nombre.» (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 1847, 2e sér., t. II.)

(1) Hitchcock. — *Rep. of Americ. Assoc. of geol. and, nat.*, p. 378.

(2) Hitchcock. — *Loc. cit.* p. 370.

lieu de sa part et de celle de MM. Booth et Muckle (1) à des analyses complètes, dont voici les résultats :

TABLEAU DES ANALYSES CHIMIQUES DES EAUX THERMALES DE HAMMAM (EMMAÜS), PRÈS DE TIBÉRIADE.

| NOM DES AUTEURS. | DENSITÉ. | CHLORURES | | | | SULFATES | | | CARBONATES | | ALCALIS et sulfures. | EAU. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | de sodium. | de potassium. | de calcium. | de magnésium. | de chaux. | de soude. | de magnésie. | de chaux. | de magnésie. | | |
| Gmelin (1840). . . . . | 1,022375 | 1,702 | 0,43 | 0,819 | 0,229 | 0,124 | .... | .... | .... | .... | .... | 97,980 |
| Booth et Muckle (1852). | ...... | 1,727 | .... | 0,896 | 0,195 | 0,108 | | | | | | |
| Anderson (1) (1852). . | 1,02336 | 1,715 | 0,016 | 0,887 | 0,203 | 0,072 | 0,062 | 0,016 | 0,036 | 0,009 | traces | |

(1) Dans cette analyse, le docteur Anderson a considéré les bicarbonates comme des carbonates et n'a tenu aucun compte des bromures, des matières organiques et des autres éléments en proportion trop faible pour être dosés.

L'hydrogène sulfuré se dégage de ces eaux d'une façon très-sensible à l'odorat, et, après une longue pause, elles laissent un léger dépôt jaunâtre de soufre, mêlé à des carbonates de chaux et de magnésie qu'elles tenaient auparavant en solution à l'état de bicarbonates.

Le soufre s'y trouve également sous forme de sulfure, mais en très-faible quantité. Ses principales combinaisons sont l'hydrogène sulfuré et le sulfate de chaux; il n'y entre, en totalité, que pour les 2/100 des matières solides.

En comparant cette analyse avec celle de la mer Morte, il est difficile de n'être pas frappé des rapprochements qu'Hitchcock, avec son tact et sa sagacité habituels, n'avait pas manqué d'établir entre la composition des eaux d'Emmaüs et la salure originelle des eaux du lac.

On a déjà vu que, dans les sources chaudes des bords de la mer Morte, dont nous avons rapporté des spécimens, M. Terreil a trouvé tous les éléments de la salure du lac, à l'exception du brome, que cependant, d'après les réserves prudentes de cet habile chimiste, il déclare *avoir pu échapper à l'analyse* à cause du faible volume d'eau soumis à ses essais. Pour la source d'Emmaüs, M. Anderson a eu l'avantage d'opérer sur des quan-

(1) Lynch. — *Off. Rep.*, p. 202.

tités d'eau plus grandes, et il a pu y découvrir le brome lui-même, ce qui complète l'analogie de composition que présente l'eau de cette source avec celle de la mer Morte.

Ce dernier fait a une importance capitale dans la question de l'origine de la salure du lac. Étant admise, en effet, l'indépendance primitive du bassin de la mer Morte relativement aux mers avoisinantes, les sources d'Emmaüs constituent le seul point du bassin où l'on ait constaté la présence du brome (1), à part toutefois le lac et ses anciens dépôts. Il est donc bien naturel de rattacher l'arrivée de ce corps simple et des autres substances minérales qui l'accompagnent dans les eaux de la mer Morte, sinon à l'apport salifère de la *seule* source d'Emmaüs, comme l'a fait Hitchcock, au moins aux phénomènes qui ont présidé à l'émission des sources thermales principales dont celles de Zara, de Callirhoë et d'Emmaüs ne sont sans doute que les rares représentants affaiblis.

Il est permis de supposer, en effet, qu'aux époques où le sol de la Palestine et de la Syrie était le théâtre d'éruptions volcaniques presque aussi considérables que celles qui ont couvert de leurs déjections le plateau central de la France, les sources thermales, en connexion d'origine avec ces phénomènes, ont dû acquérir, si elles ne les possédaient déjà (2), une énergie et une richesse salifère dont celles qui n'ont pas disparu à la suite de cette crise souterraine ne nous ont conservé qu'une bien faible image.

Mais cette image, bien qu'affaiblie, suffit pour nous montrer les rapports étroits que présente la salure de la mer Morte avec l'existence de cette série d'anciennes sources thermales alignées suivant le grand axe de dislocation du bassin de la mer Morte et qui ont dû déverser pendant des siècles dans le lac Asphaltite leurs sels dont la concentration a dû séparer une partie en augmentant ainsi la proportion des chlorures et des bromures si abondants aujourd'hui dans ses eaux.

On remarque sur les bords de la mer Morte des dépôts d'incrustations dus évidemment à l'existence ancienne de sources aujourd'hui disparues qui viennent à l'appui de ce que nous venons de dire. Peut-être même, à en croire un passage de M. Henderson rapporté

(1) M. Marchand aurait découvert le brome dans *une terre du désert salé de Zeph*, au S.-O. de la mer Morte; si cette terre salée a été empruntée aux anciens dépôts de la mer Morte qui s'avancent assez loin dans cette région, il n'y a rien de bien extraordinaire à y rencontrer le brome. Si l'échantillon a été pris au waddy Fikreh, nous ferons remarquer que le lit de ce ruisseau suit une ligne de dislocation le long de laquelle ont pu jaillir autrefois des sources analogues à celles d'Emmaüs. Dans tous les cas, les circonstances dans lesquelles a été recueilli l'échantillon qui a donné lieu à cette découverte sont trop vagues pour qu'on puisse en tenir un compte bien sérieux.

(2) Ces sources, liées essentiellement à la ligne de fracture qui a donné naissance au bassin de la mer Morte, ont pu précéder et annoncer les phénomènes volcaniques bien avant que ces derniers aient donné lieu aux manifestations imposantes dont les couches basaltiques nous ont conservé la trace.

par Daubeny (1), la tradition de pareils phénomènes se serait-elle conservée chez les Hébreux. A propos des geysers que M. Henderson avait été étudier en Islande, le voyageur anglais prétendait que le mot *siddim*, par lequel la Bible désigne la vallée *qui fut plus tard la mer Morte*, dérive d'une racine hébraïque signifiant *jaillir*, comme le mot islandais *geyser*. Il pensait encore que les *sheddim*, objet du culte idolâtre des Israélites (2), et que l'on traduit généralement par le mot *diables*, représentaient « des sources bouillantes dérivées de volcans », et il cite à ce propos les superstitions particulières et les sacrifices barbares pratiqués par les Grecs à l'occasion de phénomènes analogues qui se produisaient au *lacus Palicorum*, en Sicile. Enfin, d'après le même auteur, ce serait en imitation de ces fontaines naturelles que Salomon aurait fait construire ses fontaines jaillissantes (3).

Nous ne pouvons prétendre à dire quelle valeur on doit accorder à ces rapprochements que sembleraient confirmer les fumées et vapeurs relatées dans la tradition du désastre de la Pentapole. Nous ferons seulement observer que l'étude géologique de cette région montre la possibilité que l'homme ait assisté au moins à la fin de la crise volcanique. Il n'y aurait donc rien de surprenant qu'étant témoin du rôle important que des sources thermales, peut-être jaillissantes, ont dû jouer à la suite de ces phénomènes, il en ait gardé un souvenir profond, qui aurait ainsi survécu à l'activité de la plupart d'entre elles.

Indépendamment des sources dont la présence sur les bords de la mer Morte se manifeste ainsi à nos yeux, il en est assurément dont l'existence nous est cachée par les eaux de ce lac. Si l'on se reporte, en effet, à ce que nous avons déjà dit dans le chapitre précédent des profondeurs de la mer Morte, on verra que la ligne synclinale de ce fond sous-marin suit exactement l'axe de dislocation du bassin, et que c'est, selon toute probabilité, sous les eaux de la mer Morte que s'accentue le plus cette fracture de l'écorce terrestre par laquelle ont dû venir au jour les produits d'émanations souterraines dont nous nous occupons en ce moment.

Certaines anomalies qui se manifestent dans la composition générale des eaux de la mer Morte, et que l'analyse a révélées, trouveraient peut-être leur explication dans ce fait de la proximité de sources thermales sous-marines et tendraient ainsi à confirmer leur existence.

(1) *Descrip. of activ. and extincts volanos*, 1826, p. 284.

(2) Deutéronome, XXXII, 17; Psaumes, CVXI, 37. Ce serait de la même racine que dériverait le nom de Chaitam (Satan).

(3) Ecclésiaste, cap. II, 8.

En effet, les analyses précédentes montrent que les eaux recueillies à 5 milles à l'est du waddy Mrabba contiennent quatre fois plus de calcium et deux fois moins de sodium que celles qui ont été puisées à 5 milles à l'est du ras Feschkah, un peu plus près de l'embouchure du Jourdain. La réduction, dans le premier point, de la quantité de chlorure de sodium dont la présence des chlorures de de magnésium et de calcium diminue la solubilité, pourrait s'expliquer par les effets de la précipitation d'une portion notable du sel marin à son arrivée en un point de la mer Morte où la concentration est plus grande. La sonde a rapporté, en effet, de cette région moyenne et profonde du fond du lac, des argiles remplies de cristaux cubiques de sel marin et de lentilles de gypse qui confirment pleinement cette hypothèse. Mais ce qui paraît assez extraordinaire, c'est que le magnésium, que l'on devrait s'attendre à rencontrer en proportion plus considérable dans les eaux les plus concentrées, se trouve en quantité plus faible dans ces dernières, à 300 mètres de profondeur, qu'à 200 mètres seulement à plusieurs milles au nord et dans un point plus voisin de l'arrivée des eaux douces. D'après cela il serait donc difficile d'admettre qu'à l'est du waddy Mrabba, c'est l'augmentation de chlorure de magnésium qui a pu déterminer la précipitation du sel marin que l'on trouve en plus grande quantité dans des points plus rapprochés du Jourdain. Quant à la proportion énorme de calcium que renferme l'eau puisée à 5 milles à l'est du waddy Mrabba, on peut se borner à signaler la grande proximité des sources chaudes de Zara, dont quelques-unes émergent au contact de la surface du lac et qui ont recouvert toute la plaine de leurs dépôts d'incrustation calcaire. Cette région est d'ailleurs parsemée d'accidents volcaniques, et il est permis de supposer que l'émission de ces eaux chaudes ne s'arrête pas à la surface du lac et que le phénomène continue sous ses eaux, de façon à donner lieu à des sources thermales sous-marines qui altèrent la composition de ces eaux près de leur point d'émergence et produisent les anomalies dont il vient d'être question.

Si nous passons, maintenant, au rivage occidental de la mer Morte, nous retrouverons des anomalies pareilles qui paraissent dues aux mêmes causes. En effet, plusieurs voyageurs ont senti, en cheminant sur le rivage, dans les environs du ras Mersed, des odeurs fétides qui paraissaient venir du lac.

Une nuit que nous naviguions dans les environs de ce cap, nous fûmes tous affectés par une odeur forte rappelant celle de l'hydrogène sulfuré; le lendemain nous nous empressâmes de revenir en ce point avec M. Vignes et d'y puiser de l'eau à une quarantaine de mètres de profondeur, et en étudiant le rivage nous pûmes observer des traces d'infiltrations bitumineuses au milieu des calcaires qui le constituent. Près de ce point, le sol d'une

petite grotte était couvert d'incrustations salines noircies par les matières bitumineuses. M. Terreil a analysé l'eau que nous avions ainsi puisée à 42 mètres, en ce point, et l'a trouvée aussi riche en brome ainsi qu'en chlorures de sodium et de magnésium que celle que nous avions recueillie à 120 mètres et même à 200 mètres de profondeur, à l'est du ras Feschkah.

Nous avons dit qu'en brisant les pointes des tubes qui renfermaient les eaux de la mer Morte, le même chimiste avait constaté qu'il s'en dégageait une odeur rappelant à la fois celle de l'hydrogène sulfuré et celle des bitumes. Mais ce dégagement s'est fait sentir avec bien plus de force et de netteté dans l'échantillon d'eau puisée au ras Mersed.

De tous ces faits il nous semble légitime de conclure que des émanations souterraines se font jour en ce point sous les eaux de la mer Morte, et contribuent à en modifier la composition en les enrichissant en chlorures, en bromures et en bitumes, et en y donnant lieu à des dégagements d'hydrogène sulfuré. Des recherches plus longues feraient découvrir d'autres particularités semblables à celles que nous venons de signaler et montreraient probablement que, loin de se borner au littoral de la mer Morte, l'action des sources thermales s'exerce avec plus d'énergie près de la ligne de dislocation qui suit le fond le plus déprimé du lac et à l'existence de laquelle se rattache l'apparition de ces sources.

Ainsi se trouveraient peut-être réalisées actuellement, pour les dépôts salins qui continuent à s'accumuler au fond de la mer Morte, les conditions dans lesquelles ont dû se former jadis les masses lenticulaires de sel dans la formation desquelles on fait intervenir l'action des sources minérales et notamment le gîte salin de Stassfurt-Anhalt. On sait que ces dernières masses salines sont regardées aujourd'hui comme le résultat d'émanations souterraines et thermales, au milieu d'un lac ou d'une lagune d'eau salée, et la position de la boracite au milieu de ces masses salifères indiquerait même que ces émanations ont dû se produire également par le fond du bassin (1).

Le brome a pu arriver de même dans la Mer morte, car, à la plus grande profondeur où ont été effectués nos puisages (c'est-à-dire à 300 mètres au-dessous de la surface du lac, ce qui fait 700 mètres environ au-dessous du niveau de l'Océan), l'eau, bien que moins dense qu'à des niveaux supérieurs à celui qu'elle occupait en ce point, renfermait une proportion exceptionnelle de brome (7$^{gr}$,093 par kilogramme d'eau), ce qui tendrait à faire attribuer l'arrivée de cette substance à l'existence, dans ces profondeurs, de sources analogues à celles qui jaillissent sur les bords du lac Tibériade, sur le prolongement de l'axe de dislocation.

(1) Fuchs. — *Gisement salin de Stassfurt-Anhalt*, p. 45.

En resumé, les considérations géologiques que nous avons fait valoir dans un premier mémoire ne nous permettent pas de chercher, dans les mers voisines, l'origine de la salure du lac Asphaltite. L'opinion si pleine d'autorité de M. Élie de Beaumont, le résultat négatif des recherches de M. Malaguti, à l'effet de découvrir de l'argent dans les résidus salins des eaux de la mer Morte, et la constatation faite par M. Terreil, dans ces mêmes eaux, de l'absence du cæsium, du lithium, du rubidium et de l'iode, sont des appuis bien précieux en faveur de cette idée.

Les dépôts salins du Djebel-Usdom ne peuvent être invoqués que comme cause secondaire de salure en raison de leur pureté. Quant au Jourdain, ses eaux empruntant presque tous les sels qu'elles tiennent en dissolution aux sédiments déposés par la mer Morte dans sa surélévation de niveau, ne font guère que lui restituer une partie des matières salines qu'elle y a abandonnées.

C'est donc principalement aux matières salines répandues dans les terrains crétacés ainsi qu'aux sources, liées à l'axe de dislocation du bassin de la mer Morte, dont les rares représentants servent encore de véhicule aux mêmes éléments salins qui entrent dans la constitution des eaux du lac et dont l'arrivée sous-marine se manifeste par des anomalies de composition révélées par l'analyse, qu'il faut attribuer l'origine de cette salure qui s'est peu à peu accrue sous l'influence d'une évaporation longtemps prolongée.

---

# CHAPITRE XIV.

## ÉMANATIONS BITUMINEUSES DES BORDS DE LA MER MORTE, DE LA JUDÉE ET DE LA CŒLÉ SYRIE.

---

Les émanations bitumineuses dont les produits se retrouvent alignés d'une façon si remarquable le long de la vallée du Jourdain, depuis sa source dans l'Anti-Liban jusqu'à l'extrémité méridionale de la mer Morte (1), paraissent se rattacher à l'existence du grand axe de dislocation des couches crétacées, marqué par la ligne synclinale du bassin, et se relier aux sources thermales et salines, ainsi qu'aux phénomènes volcaniques dont ce pays a été le théâtre.

Tout le monde connaît l'ancienne célébrité du *bitume de Judée* dont les Arabes Nabathéens faisaient un si grand commerce et que l'on exportait principalement en Égypte, où il servait aux embaumements.

D'après la tradition, ce bitume faisait, de temps en temps, son apparition à la surface du lac auquel il fit donner le nom de *lac Asphaltite* ou *lac de bitume*. Il s'y montrait sous la forme d'une ou plusieurs îles flottantes que les Arabes atteignaient au moyen de radeaux, prévenus qu'ils étaient de l'arrivée de l'asphalte par des odeurs dues à des vapeurs qui s'étendaient au loin en ternissant les métaux.

Les anciens auteurs auxquels nous devons ces notions si précieuses attribuaient ces effets à des causes souterraines, et ils leur avaient reconnu un air de parenté avec les phénomènes volcaniques.

Strabon, qui paraît avoir confondu la mer Morte avec le lac Sirbonis d'Égypte, nous a laissé du premier de ces lacs et des phénomènes qui accompagnent l'apparition de l'asphalte une description assez détaillée que nous reproduisons ici.

« Le lac, dit-il, est rempli d'asphalte qui, a des époques irrégulières, jaillit du fond, au « milieu du lac. Des bulles viennent crever à la surface de l'eau qui semble bouillir. La « masse de l'asphalte se bombe au-dessus de l'eau et présente l'image d'une colline. Il « s'élève en même temps beaucoup de vapeurs fuligineuses qui, bien qu'invisibles, rouillent « le cuivre et l'argent, et ternissent en général l'éclat de tout métal poli, même l'or (2).

(1) Voir la carte géologique générale du bassin de la mer Morte, Pl. I.

(2) Tous les historiens s'accordent sur ce fait qui ne paraît pas de nature à avoir été inventé. M. Virlet pense que ces vapeurs étaient des émanations d'hydrogène sulfuré. Cette hypothèse s'accorderait avec ce que nous

« Les habitants jugent que l'asphalte va monter à la surface, lorsque les ustensiles de « métal commencent à se rouiller. Ils se préparent alors à le recueillir au moyen de ra- « deaux formés d'un assemblage de joncs.

« L'asphalte, continue-t-il, est une espèce de terre réduite en fusion par la chaleur ; « dans cet état de liquéfaction, elle jaillit et coule au dehors. Lorsqu'elle se trouve en con- « tact avec l'eau froide, elle devient très-dure, au point qu'il faut des instruments tran- « chants pour la couper. La pesanteur de l'eau (du lac Asphaltite) force l'asphalte à mon- « ter à la surface ; alors les habitants s'approchent avec leurs radeaux, le brisent et en « emportent autant qu'ils peuvent (1). »

Strabon attribuait ensuite à ces éruptions, qui n'ont pas d'époques fixes, une origine dépendant des feux souterrains dont le rôle important, bien que mal compris peut-être par les anciens, ne leur avait pas échappé.

« Cette contrée, dit-il quelques lignes plus loin, est travaillée par le feu ; on en donne « pour preuves certaines roches durcies et calcinées vers Masada, les crevasses, une terre « semblable à de la cendre, *des rochers qui distillent de la poix* (2), *des rivières « bouillantes* dont l'odeur fétide se fait sentir au loin, çà et là (3), des lieux jadis habités et « bouleversés de fond en comble, en sorte qu'on pourrait ajouter foi à cette tradition ré- « pandue dans le pays, d'après laquelle il aurait existé en ces lieux treize villes.

« Des *tremblements de terre*, des *éruptions d'eaux chaudes bitumineuses et sul- « fureuses* (4), auraient fait sortir le lac de ses limites, des rochers se seraient enflammés, « et c'est alors que ces villes auraient été englouties ou abandonnées de tous ceux qui « purent fuir. »

Tacite reproduit les mêmes faits. Dioscoride vante beaucoup le bitume de Judée et nous apprend qu'on le reconnaissait à ses reflets pourprés.

avons observé près du Ras Mersed, où, dans le voisinage du point où se font sentir des odeurs d'hydrogène sulfuré, le bitume remplit les fissures de la roche.

(1) Strabon, t. XVI, c. II.

(2) Nous croyons, comme on le verra dans la suite, avoir retrouvé, près des ruines de Masada, *les rochers qui distillent de la poix* dont fait ici mention Strabon.

(3) Le Zerka Maïn est la seule rivière dont l'eau soit chaude (31°); mais elle n'est pas fétide. Cependant, comme ce sont les sources de Callirhoë qui lui servent d'aliment principal, il se pourrait fort bien qu'il fût sorti autrefois de ces sources des eaux plus chaudes et chargées d'hydrogène sulfuré ou de quelque autre gaz fétide.

(4) Les tremblements de terre étaient autrefois fréquents dans cette contrée; quant aux sources chaudes, on a vu dans le chapitre précédent qu'il en existe sur les bords mêmes de la mer Morte. Celles d'Emmaüs sont sulfureuses; celles de Callirhoë le sont probablement aussi, car Josèphe signale la présence, sur leurs bords, du soufre et de l'alun. Quant à des sources chaudes bitumineuses, bien que nous soyons persuadé de leur existence ancienne dans le bassin, nous n'en connaissons aucune sur les bords de mer la Morte. Cependant le docteur Anderson ayant signalé une petite quantité de matière organique dans l'eau d'Emmaüs près de Tibériade, il se pourrait que cette source amenât des traces de bitume.

Diodore de Sicile, en parlant du pays habité par les Arabes Nabathéens, décrit une première fois le lac Asphaltite (1). Mais les détails les plus intéressants que donne cet historien sur l'arrivée de l'asphalte et la manière dont on le recueillait se trouvent placés à la fin de son récit de l'expédition de Démétrius en Arabie Pétrée (2). Après avoir raconté comment ce jeune et habile général fut obligé de se retirer en abandonnant le siége de Pétra, Diodore dit qu'il campa près du lac Asphaltite, et c'est à ce propos qu'il décrit comme il suit les propriétés de ce lac :

« Il est placé, dit-il, au milieu de la satrapie de l'Idumée ; il a 500 stades de long et « environ 60 de large. Son eau est amère et puante, de sorte qu'on n'y trouve ni « poisson, ni aucun animal aquatique, et qu'elle corrompt absolument la douceur des « eaux d'un grand nombre de fleuves qui vont s'y rendre. Il s'élève tous les ans sur sa « surface une quantité d'asphalte sec de la largeur de trois arpents, pour l'ordinaire, « quelquefois pourtant d'un seul, mais jamais moins. Les sauvages habitants de ce canton « nomment *taureau* la grande quantité et *veau* la petite. Cette matière, qui change sou- « vent de place, donne de loin l'idée d'une île flottante ; son apparition s'annonce près de « vingt jours d'avance par une odeur forte et puante de bitume qui fait perdre au loin à « l'or, à l'argent et au cuivre, leur couleur propre, à près d'une demi-lieue à la ronde. « Mais toute cette odeur se dissipe dès que le bitume, matière liquide, est sorti de cette « masse. Le voisinage du lac, exposé d'ailleurs aux grandes ardeurs du soleil et chargé de « vapeurs bitumineuses, est une habitation très-malsaine et où l'on voit peu de vieillards, « mais le terrain en est excellent pour les palmiers dans les endroits où il est traversé par « des fleuves.

« A l'égard de l'asphalte, ajoute-t-il un peu plus loin, les habitants l'enlèvent à l'envi « les uns des autres, comme feraient des ennemis réciproques, et sans se servir de ba- « teaux. Ils ont de grandes nattes faites de roseaux entrelacés qu'ils jettent dans le lac ; et, « pour cette opération, ils ne sont jamais plus de trois sur ces nattes, deux seulement na- « viguant avec des rames pour atteindre la masse d'asphalte, tandis que le troisième, armé « d'un arc, n'est chargé que d'écarter à coups de traits ceux qui voudraient disputer à ses « camarades la part qu'ils veulent avoir ; quand ils sont arrivés à l'asphalte, ils se servent « de fortes haches avec lesquelles ils enlèvent comme d'une terre molle la part qui leur « convient ; après quoi ils reviennent sur le rivage.....

« Ces barbares, qui n'ont guère d'autre sorte de commerce, apportent leur asphalte en

(1) Tome. I, l. II, cap. XXIX.
(2) *Hist. univers.*, t. VI, l. XIX, cap. XXV.

« Égypte et le vendent à ceux qui font profession d'embaumer les corps (1) ; car, sans le « mélange de cette matière avec d'autres aromates, il serait difficile de les préserver « longtemps de la corruption à laquelle ils tendent. »

L'historien raconte ensuite comment Antigonus loua son fils de la découverte qu'il avait faite de ces propriétés du lac Asphaltite et chercha à s'en assurer le revenu.

« Il en donna, dit-il, l'intendance à l'historien Jérôme de Cardie qu'il chargea de faire « faire des vaisseaux propres à cette pêche et qu'il devait faire transporter en un lieu qu'on « lui désignait. Mais cette entreprise ne réussit pas ; car les Arabes s'étant assemblés sur « des claies, au nombre de six mille, contre les Grecs qui étaient dans des barques, ils les « tuèrent presque tous à coups de traits, ce qui fit abandonner absolument à Antigonus « l'espérance de ce revenu. »

De nos jours quelques voyageurs, favorisés par la connaissance de la langue arabe, comme l'était le missionnaire américain Smith, ont pu obtenir des tribus stationnées actuellement dans cette région des renseignements assez conformes sur l'arrivée plus récente du bitume au sein de ces mêmes eaux de la mer Morte. Il en résulterait que l'apparition de cette substance aurait toujours été précédée de commotions souterraines (2).

Après le tremblement de terre de 1834, une grande masse de bitume vint échouer près

(1) On recouvrait également les barques avec ce bitume ; le bitume des sources de Hit, sur les bords de l'Euphrate, sur lequel Ératosthène a donné des détails si intéressants (Strabon, l. XVI, c. XII), et qui servit à cimenter les briques de Babylone, était également employé pour donner de la solidité aux bateaux de joncs de cette contrée.

Ces bateaux, dont la construction s'est conservée jusqu'à nos jours sur l'Euphrate, sont encore enduits de la même substance.

(2) Les tremblements de terre ont longtemps et à diverses reprises désolé la Syrie, et l'on ne doit pas s'en étonner si l'on considère la structure de ce pays aussi bien que les phénomènes volcaniques qui s'y sont manifestés avec tant d'énergie. Ces secousses ont dû naturellement suivre dans leur marche la direction du sillon ou de l'axe de dislocation principal du bassin, cette grande fêlure qui constitue le trait le plus remarquable et le plus caractéristique de l'orographie et de la géologie de la contrée.

Strabon cite le tremblement de terre de Sidon, qui s'étendit sur toute la Syrie, engloutit une ville entière et affaissa deux grands quartiers de Sidon.

Josèphe fait mention d'une secousse qui, sous Hérode, fit périr 10 000 personnes. Du XIIIe au XVIIIe siècle, pendant que les tremblements de terre se multipliaient dans les districts volcaniques de la Grèce et de l'Italie méridionale, où il y avait des éruptions, ils cessèrent complétement en Syrie, ainsi que l'a remarqué M. de Hoff, ce qui indiquerait qu'il existe entre les trois districts volcaniques une certaine relation souterraine.

En 1759, à partir du 30 octobre, à 3 heures 45 minutes du matin, des secousses se firent ressentir en Syrie, pendant trois mois, sur une étendue de 40 000 lieues carrées ; Acre, Safed, Baalbeck, Damas, Saïda, Tripoli et diverses autres villes furent presque entièrement détruites. Il y périt beaucoup d'habitants, et dans la vallée de la Bekaa seulement le nombre des victimes s'éleva à 20 000.

En 1822, Alep fut détruit par un tremblement de terre, et deux rochers sortirent de la mer près de l'île de Chypre.

Les tambours des immenses colonnes du grand temple de Jerash sont dans des positions telles, les uns par rapport aux autres, que l'on peut en déduire la direction de la marche du tremblement de terre qui détruisit cette ville considérable.

Les colonnes d'un édifice situé en haut du mont Nébo sont couchées parallèlement les unes aux autres et

de l'extrémité sud de la mer Morte, et les Arabes en emportèrent environ 220 quintaux dont ils tirèrent grand profit.

En 1837 eut lieu en Syrie une des secousses les plus fortes qu'ait éprouvées cette contrée. Ce tremblement de terre parcourut d'un bout à l'autre la vallée du Jourdain, en suivant la direction des montagnes qui la bordent et celle du grand axe de dislocation du bassin.

Cette secousse fut ressentie sur une zone de 181 lieues de long et de 32 lieues de large. 6 000 personnes périrent dans cette catastrophe. La ville de Tibériade fut entièrement détruite, et, dans les environs, de *nouvelles sources chaudes jaillirent*, et des fissures profondes se produisirent dans les rochers.

Après cette secousse, les Arabes virent *flotter sur la mer Morte une masse d'asphalte comme une île* ou comme une maison et ils en tirèrent environ 3 000 dollars en le vendant au bazar de Jérusalem, à raison de 100 fr. le quintal.

Indépendamment de ce mode de venue de l'asphalte, les Arabes prétendent encore que le bitume découle des roches du rivage oriental de la mer Morte. Ils ont même assuré à plusieurs voyageurs, notamment à Seetzen, Burkhardt, Robinson et à Russegger (1), que l'asphalte se rencontrait sur ce rivage, sur les pentes de la Belkaa, en face d'Aïn Jidy. Le bitume suinterait en ce point des fissures du calcaire et s'accumulerait peu à peu jusqu'à ce qu'après avoir perdu son pétrole sous l'influence du soleil et s'être ainsi peu à peu transformé en asphalte noir, dur et brillant, il se détacherait et tomberait dans la mer.

Nous ajoutons peu de foi à ces renseignements fournis par les Arabes, qui avaient tout intérêt à cacher le gisement d'une substance dont ils ont de tout temps tiré si grand profit. D'ailleurs, ayant pu suivre d'une façon à peu près complète le littoral oriental de la mer Morte, je n'ai nulle part rencontré de traces d'un gîte bitumineux de cette nature, pas plus en face d'Aïn Jidy que près des sources chaudes de Zara et des coulées basaltiques du Zerka Maïn et du waddy Ghuwier, où il eût été plus naturel de le rencontrer. Ce serait d'ailleurs des grès et non du calcaire, comme le croyait Russegger (2), que l'asphalte devrait suinter, car ce sont les premiers qui constituent les falaises du versant oriental de la mer Morte.

De notre côté, nous avons entendu dire que l'asphalte se recueillait sur le bord oriental de la mer Morte, dans les environs de Kérak (3). Bien que ces dires fussent probablement

témoignent également, par leur position, d'une secousse imprimée dans le sens de l'axe de la vallée du Jourdain.

(1) Russegger, *Reisen in Europa, Asia und Afrika*, t. II, 3e partie, p. 253.

(2) Nous avons déjà vu que les falaises orientales de la mer Morte sont constituées par les *grès de Nubie* et non, comme le croyait Russegger, par le *calcaire cidaritique* jurassique, qui n'est autre du reste que le calcaire crétacé à *Hemiaster* et à *Heterodiadema lybicum*.

(3) Nous avons découvert de curieux mais fort obcurs renseignements sur ce sujet dans l'un des premiers

aussi peu fondés que les précédents, on ne peut nier complétement la présence d'émanations bitumineuses sur ce rivage, car, entre le waddy ed Draa et le waddy Kérak, en un point que rendent remarquable un brisement des couches crétacées et un pointement de wacke doléritique, les calcaires et même les bancs de silex qu'ils renferment paraissent pénétrés d'une matière bitumineuse, qui les a colorés en noir foncé, en même temps qu'il s'est formé au milieu de ces couches de nombreux cristaux de gypse. Mais il n'est pas possible d'attacher la moindre importance à ce phénomène local, et l'on ne peut pas y rattacher l'origine des masses de bitume qui paraissent avoir fait, à diverses reprises, leur apparition à la surface de la mer Morte, ni même celle des fragments d'asphalte que ce lac rejette sur ses bords.

Ces débris d'asphalte, dur et cassant, répandus au milieu des graviers de la plage occidentale de la mer Morte et sur les bords de la Lisan, sont ceux que les Arabes recueillent aujourd'hui pour les offrir aux voyageurs. Le docteur Anderson a cru y reconnaître des traces de son origine végétale et notamment des fibres ligneuses. Il s'empressa de soumettre les échantillons de cette substance qu'il avait recueillis à l'examen du professeur Booth (de Philadelphie), qui décrit ainsi ses propriétés :

« Une partie (de l'asphalte de la mer Morte) est soluble dans l'éther et l'alcool qu'il colore « en brun et en jaune ; le reste est mou, mais durcit par suite de l'exposition à l'air. Il se « dissout entièrement dans l'huile de térébenthine, avec une couleur brun sombre, et s'amollit « dans l'eau à une température de 212° Fahr. (44°,5). Il laisse en brûlant un peu de cendre « jaunâtre ne faisant pas d'effervescence avec les acides ; il distille presque entièrement, « en laissant un résidu charbonneux et une huile visqueuse brune (1). »

La densité de cet asphalte est 1,104 et lui permet de flotter sur les eaux de la mer Morte dont la densité moyenne est, comme nous l'avons vu, 1,162 à la surface.

Quant à son origine, à moins d'admettre qu'il puisse encore venir des profondeurs sous-marines de la mer Morte, il semble naturel de la rattacher aux masses considérables de bitume que l'on a vues flotter à diverses reprises sur les eaux de la mer Morte, aussi bien qu'à l'existence de gîtes bitumineux situés sur le rivage occidental du lac. Ces gîtes sont

essais de carte géologique qui aient été tentés : *Carte minéralogique sur la nature du terrain d'une partie de l'Orient et particulièrement de l'Égypte, de la Palestine et de la Syrie*, dressée en 1751 par Philippe Buache, de l'Académie des sciences, sur les recherches et pour un mémoire de M. Guettard, de la même Académie (*Histoire de l'Académie des sciences*, 1751).

Le bitume solide, comme le jayet, y est indiqué près du lac Asphaltite à peu près vers Kerak et Callirhoë (ce qui prouve l'ancienneté des traditions). L'huile de pétrole y est marquée, à Kerak et près du Jebel Usdom (W. Mahawat ?)

(1) Lynch, *Official Report*, p. 185.

traversés par des eaux torrentielles qui se rendent au lac (1), en y entraînant des fragments d'asphalte ou d'autres produits bitumineux qui peuvent s'y solidifier.

Après avoir ainsi vu le peu de vraisemblance qu'offre l'hypothèse suivant laquelle le bitume découlerait du rivage occidental de la mer Morte, nous allons examiner maintenant la nature et la disposition des gisements de cette substance dont il nous a été donné de pouvoir constater l'existence en plusieurs points, à l'occident du lac.

On a vu plus haut que Strabon avait mentionné l'existence de *rochers distillant de la poix* aux environs de Masada; nous croyons avoir retrouvé les gisements auxquels fait allusion le géographe grec. En effet, ayant eu occasion de visiter la colline de Sebbeh, dont le sommet est occupé par les ruines de cette ancienne forteresse de Masada, si célèbre par l'héroïque résistance qu'y firent les derniers défenseurs de la nationalité juive, nos Arabes nous firent descendre par un chemin moins commode que celui suivi généralement par tous les voyageurs. En revanche, ce chemin nous fournit l'occasion de constater dans le lit même du waddy Sebbeh, qui limite au sud la colline de ce nom, des fragments d'asphalte indiquant le voisinage d'un gisement de cette substance au milieu des calcaires dolomitiques crétacés, dans lesquels est entaillé ce profond ravin. Après avoir pénétré le calcaire dolomitique, à l'état fluide, le bitume paraît s'être graduellement solidifié dans les nombreuses cavités de la roche qu'il remplit en partie sous forme d'asphalte dur, noir et brillant (2), de telle sorte qu'on se croirait d'abord en face d'une véritable brèche asphaltique, d'où il serait facile d'extraire des fragments d'asphalte presque aussi gros que ceux que l'on rencontre sur la plage. Aussi, comprendrait-on qu'une partie de ces derniers pût provenir de la trituration de ces brèches asphaltiques, que les eaux torrentielles du waddy Sebbeh charrient pendant l'hiver à la mer Morte, qui peut rejeter ainsi sur ses bords l'asphalte, lorsqu'il s'est dégagé de sa gangue dolomitique.

Environ à une journée de marche au sud du waddy Sebbeh, et près du gîte salin du Djebel Usdom, on rencontre sur la plage des débris de poudingues formés de cailloux et de graviers de silex cimentés par du bitume, et que les eaux du waddy Mahawat paraissent y avoir déposés en s'acheminant vers la mer Morte. En remontant ce waddy, on voit en

(1) Bien que l'asphalte anciennement exploité dans l'Anti-Liban offre de grandes ressemblances avec celui de la mer Morte, il n'est pas possible d'en faire dériver l'origine de ce dernier, que le Jourdain n'a pu charrier de ce point éloigné jusqu'au lac Asphaltite, car ce fleuve en eût laissé déposer sur les rivages du lac Tibériade ainsi que sur ses propres bords. D'ailleurs, ainsi que l'a remarqué le docteur Anderson, bien que la densité de l'asphalte lui permette de flotter sur les eaux de la mer Morte, elle est trop forte pour que cette substance pût surnager dans celles du Jourdain.

(2) Au Canada, où le pétrole se rencontre si fréquemment dans les cellules des polypiers aussi bien que dans l'intérieur des coquilles fossiles, le bitume, qui paraît résulter de sa solidification, remplit également les cavités de certaines roches, notamment à Kincardin (*Géologie du Canada*, p. 554).

effet s'augmenter le nombre de ces débris de roches bitumineuses, et, à 300 mètres environ de son entrée, on trouve un gîte asphaltique important, d'où proviennent les débris dont il vient d'être fait mention, et dont l'existence nous avait été signalée à notre passage à Jérusalem par le révérend M. Tristram qui venait de l'explorer.

Le bitume imprègne fortement, en ce point, les calcaires crétacés; il découle des fissures en retombant parfois sous forme de véritables stalactites, et sur certains points il imprègne les sables et graviers qui constituent les alluvions anciennes adossées à ces calcaires, en donnant lieu à la formation des sables et des poudingues bitumineux dont il vient d'être question; cette disposition est représentée par la vue du waddy Mahawat, Pl. III.

L'entraînement de ces matériaux bitumineux à la mer Morte, par les eaux du waddy, peut contribuer, comme dans le cas précédent, à enrichir ce lac de fragments d'asphalte que les eaux rejettent ensuite sur la plage, mais ni l'un ni l'autre gîte n'ont une importance assez grande pour qu'on puisse leur attribuer l'origine de ces îles flottantes de bitume, que l'on a vues surnager si souvent sur les eaux de la mer Morte, dont ces gisements sont à une certaine distance. Ce que nous voyons se passer sur le bord occidental de la mer Morte peut se produire sous les eaux du lac, et en raison d'un plus grand rapprochement de l'axe de dislocation, à l'existence duquel, nous l'avons dit, paraissent se rattacher tous ces phénomènes, on devrait s'attendre à ce que ces derniers dussent se manifester avec une énergie proportionnée à leur proximité du fond du bassin. Aussi est-ce sans doute de ces profondeurs que sont venues ces masses considérables de bitume, ainsi que le pensaient les anciens, et que semblent le prouver leurs descriptions.

Les émanations fétides dont nous avons constaté l'existence en pleine mer, près du Ras Mersed (1), l'odeur forte d'hydrogène sulfuré et de bitume qu'exhalait l'eau recueillie en ce point, à 42 mètres de profondeur, et enfin l'existence d'infiltrations bitumineuses dans les calcaires du rivage situés près de ce point, ainsi que la présence de cette substance dans des dépôts salins recouvrant le sol d'une grotte du voisinage, tous ces faits tendent à faire admettre l'émission sous-marine d'émanations bitumineuses dont l'arrivée se serait trouvée, à plusieurs reprises, facilitée d'une manière tout exceptionnelle par de grands mouvements de l'écorce terrestre, à la suite desquels les masses considérables d'asphalte paraissent avoir fait leur apparition à la surface de la mer Morte.

Ces trois gîtes bitumineux sont alignés du sud au nord, parallèlement à l'axe principal

(1) Voyez le chapitre précédent.

du bassin, et sur le prolongement, vers le nord de cette direction, on rencontre au milieu des calcaires crétacés blancs, tendres et crayeux, correspondant à un niveau géologique un peu supérieur, d'autres accidents d'imprégnations bitumineuses, dont les plus importants sont ceux de Nebi Musa, près de l'extrémité nord-ouest de la mer Morte, et de Hasbeya, non loin de la source même du Jourdain.

Ces accidents, peu étendus et généralement bien limités, consistent dans la transformation de calcaires crayeux blanchâtres renfermant de nombreux fossiles, tels que des Peignes, des baguettes d'oursins, des débris de poissons et des Inocérames, en calcaires bitumineux, tantôt bruns, comme dans l'Anti-Liban, souvent d'un beau noir, comme à Nebi Musa. Par suite de la volatilisation du bitume à la superficie exposée aux rayons solaires et à l'air, leur couleur propre ne se révèle souvent qu'à la cassure, et ils ne se distinguent, à l'extérieur, des marnes crayeuses blanchâtres qui les environnent, que par une légère teinte bleuâtre qui peut passer inaperçue.

Ces calcaires ne sont pas devenus cristallins comme ceux de Lobsann et de quelques autres gîtes bitumineux. Ils exhalent une odeur forte et aromatique.

Le gîte bitumineux de Nebi Musa, qui est le plus étendu de tous, se présente sous la forme de larges taches bleuâtres qui correspondent à des calcaires d'un beau noir à la cassure, fortement imprégnés de bitume et servant à entretenir les feux des Arabes du voisinage, grâce à la facilité avec laquelle ils brûlent. Ce calcaire est très-recherché des chrétiens de Bethléem, qui le travaillent et en font des emblèmes de piété que l'on vend, sous le nom de *pierre de la mer Morte*, aux nombreux pèlerins qu'attirent chaque année, à Jérusalem, les solennités de la semaine sainte.

Les Arabes désignent cette roche sous le nom de *Hajar Musa* (pierre de Moïse), et, d'après Volney, on l'aurait utilisée pour le dallage des cours.

Aux approches de ce gîte bitumineux on observe de nombreuses veines de gypse (1)

(1) Le docteur Anderson a analysé un *tuf rose pâle hétérogène*, sous-jacent à l'une des couches de calcaire bitumineux et dans lequel se montrait le gypse. Voici le résultat de l'analyse de la portion calcaire de ce tuf :

| | |
|---|---|
| Carbonate de chaux | 92,53 |
| Id. de manganèse | 1,86 |
| Fer et alumine | 0,57 |
| Chlorure de sodium | 1,82 |
| Partie insoluble | 1,08 |
| Eau et perte | 2,14 |
| | 100,00 |

Cette analyse met singulièrement en évidence la connexion frappante qui existe entre l'arrivée du bitume, du sel marin, du gypse et de la magnésie au sein de ces couches de la craie supérieure dans le bassin de la mer Morte.

dans les couches crétacées qui le comprennent, et dont quelques-unes sont très-fossilifères. Parmi ces couches, la plus remarquable est une couche de calcaire brun, ayant un aspect bréchiforme, dû à la présence de fragments qui ont mieux résisté que le fond à la pénétration du bitume, et dans laquelle se trouvent de nombreux débris d'écailles et d'ossements de poissons.

Hitchcock a le premier analysé le calcaire bitumineux du Nebi Musa (I). Plus tard M. Hewston a fait l'essai des échantillons rapportés par le docteur Anderson (II) ; voici les résultats de ces deux analyses, qui peuvent d'ailleurs ne pas porter sur des échantillons appartenant à la même couche bitumineuse :

| I (1) | |
|---|---|
| Carbonate de chaux | 68,73 |
| Carbonate de magnésie | 0,27 |
| Résidu terreux | 6,00 |
| Bitume | 25,00 |
| | 100,00 |

| II (2) | |
|---|---|
| Carbonate de chaux | 82,10 |
| Magnésie | 0,00 |
| Silice | 1,95 |
| Fer et alumine | 1,95 |
| Matière organique | 13,55 |
| | 99,55 |

On voit d'après ces analyses quelle est la richesse en bitume de ces calcaires. Hitchcock en avait été tellement frappé, qu'il avait proposé d'en faire une espèce minérale distincte, et il ne pouvait comprendre que la formation de cette roche se fût effectuée autrement que par un dépôt opéré au fond d'une masse d'eau riche en calcaire et en bitume liquide.

Sur le bord occidental de la vallée du Jourdain il paraît exister, au même niveau géologique et sur la même direction, d'autres gisements de calcaires bitumineux. Tels sont sans doute ceux des environs de Tibériade, d'où jailliraient, d'après le révérend Hébard, les sources chaudes de Hammam, et dont nous n'avons pu vérifier par nous-même la situation. Enfin, à l'extrémité septentrionale du bassin, et près des sources du Jourdain, on rencontre une série d'accidents absolument pareils à ceux de Nebi Musa, et qui se suivent le long de l'Anti-Liban. C'est même dans le premier de ces gisements, à Hasbeya, au lieu dit Bir el Hummar (le puits de bitume) que l'on a tenté, au temps de la conquête égyptienne, l'exploitation régulière de l'asphalte, au moyen d'une vingtaine de puits peu profonds et de 1 mètre de diamètre, par lesquels on allait à la recherche d'une couche assez riche en bitume, et dont nous avons trouvé les débris près des orifices de ces puits (3). Le calcaire bitumineux,

(1) Hitchcock, *loc. cit.*, p. 364.

(2) Lynch, *Off. rep.*, p. 155.

(3) Cette roche présente l'aspect d'une brèche, ce qui est dû au remplissage par l'asphalte des fissures nombreuses qui le sillonnent. J'ai trouvé, près des mêmes orifices, des silex fortement imprégnés de bitume et colorés en un beau noir par cette substance.

dans lequel sont creusés ces puits, est moins foncé en couleur et bien moins riche en bitume que celui du Nebi Musa; il appartient d'ailleurs au même niveau géologique, et l'on y rencontre les mêmes débris de poissons qui sont si répandus au milieu des couches bitumineuses du Nebi Musa.

Lorsque je visitai ce gisement, l'exploitation en paraissait avoir été abandonnée depuis fort longtemps, et les puits commençaient à se combler. Un moukre maronite qui m'accompagnait, et qui était natif de Hasbeya, prétendit avoir vu à une certaine époque le bitume monter jusqu'à l'orifice des puits; mais on ne doit pas attacher une grande valeur à ce témoignage.

Le docteur Anderson avait eu l'avantage de passer à Hasbeya pendant qu'on s'y livrait encore à l'exploitation de l'asphalte. Il y trouva, au mois de juin de l'année 1848, huit ou dix ouvriers kourdes et arabes occupés à ce travail, sous la direction d'un surveillant; mais, déjà à cette époque, les bénéfices compensaient à peine les frais d'extraction. Néanmoins il fut dit au docteur Anderson, qu'à 90 draas (1) de profondeur se trouvait une couche renfermant de l'alphate d'une qualité supérieure, et que d'un seul des puits on avait pu extraire 400 quantars de bitume.

Hitchcock a donné les analyses suivantes, qui correspondent à cet asphalte et à une *houille bitumineuse* du Liban, provenant sans doute d'un gisement analogue :

| | Asphalte de Jebel el Scheikh (Hasbeya). | Houille bitumineuse du Liban. |
|---|---|---|
| Bitume et matières volatiles | 72,6 | 68,0 |
| Charbon | 14,0 | 24,4 |
| Résidu terreux | 13,4 | 7,6 |
| | 100,0 | 100,0 |

Le calcaire bitumineux, au milieu duquel sont creusés les puits de Hasbeya, a été analysé par le docteur Anderson (I), qui a eu l'heureuse idée de donner aussi la composition du calcaire au point où cesse l'imprégnation bitumineuse (II) et à une certaine distance (III) au delà des limites de l'étendue de ce phénomène (2). Voici ces analyses :

| | I | II | III |
|---|---|---|---|
| Carbonate de chaux | 77,36 | 18,40 | 5.50 |
| Matière bitumineuse | 10,00 | » | » |
| Matière insoluble | 6,00 | » | » |
| Alumine, oxyde de fer | 5,68 | 1,20 | 17,50 |
| Carbonate de manganèse | 0,88 | » | » |
| Silice | » | 78,60 | 75,00 |

(1) Ce serait environ 58 mètres. Le draa turc équivaut à 0m,637874 ; aucun des puits n'a aujourd'hui cette profondeur, et il est impossible de croire, à l'inspection des lieux, que l'on ait poussé si avant ces travaux de recherches.

(2) Lynch, *Off. rep.*, p. 115.

Il semble, d'après ce résultat, que l'imprégnation cesse peu à peu, à mesure que le calcaire devient argileux ou siliceux.

Quant à l'asphalte de Hasbeya, tout en le considérant comme étant d'origine végétale aussi bien que celui de la mer Morte, le docteur Anderson a cru reconnaître qu'il était plus entièrement métamorphosé, « et que les traces de structure ligneuse y étaient moins visibles « que dans ce dernier. »

« Il (l'asphalte de Hasbeya) est très-peu soluble dans l'alcool, dit-il, plus complétement « dans l'éther, et presque entièrement dans l'huile de térébenthine; il s'amollit dans l'eau, « à une température d'environ 75° Fahrenheit (24° centigrades), et fond à celle de 250° Fah- « renheit (121° centigrades); il brûle avec une couleur jaune, et laisse un fraisil gris, « cassant, qui ne se transforme pas en cendre, même à la flamme oxydante du chalu- « meau (1). »

Outre cette série de gisements du bitume qui s'échelonnent ainsi du sud au nord, le long de l'axe de dislocation du bassin, tant sur le bord occidental de la mer Morte qu'en remontant le cours du Jourdain, nous avons trouvé encore, au même niveau géologique, de nouveaux gîtes de calcaire bitumineux qui paraissent correspondre à la continuation vers le nord du genre d'émanations dont il vient d'être question. Tels sont les accidents bitumineux que l'on rencontre à Khalwet, entre Hasbeya et Rascheya, dans l'Anti-Liban, au milieu de la craie à Inocérames, et qui se poursuivent vers le nord-est, jusqu'aux environs de Damas.

L'alignement de ces derniers gîtes bitumineux s'écarte sensiblement de la direction de l'axe du bassin de la mer Morte, que suivaient les précédents, pour longer la chaîne de l'Anti-Liban, et se diriger vers les gisements analogues de la Mésopotamie et de la Perse, comme s'ils devaient servir à relier ces derniers à la longue série d'émanations bitumineuses passant par la mer Morte, la pointe du Sinaï et la montagne de l'huile en Égypte (2).

On s'est beaucoup occupé de l'origine des fragments d'asphalte que la mer Morte rejette

(1) Lynch, *Off. rep.*, p. 116.

(2) M. de Chancourtois a cherché à coordonner les sources de pétrole et les dépôts bitumineux du globe entier, suivant des cercles du réseau pentagonal. Les gîtes de la mer Morte se trouveraient, d'après les observations de ce savant géologue, sur le *cercle de l'Araxe* qui, entre autres accidents topographiques remarquables, comprend : « le cours de l'Araxe, le gîte asphaltique de la mer Morte, le crochet du Nil à Siout, la région du lac Tchad, l'île « Saint-Thomé, la traversée de la pointe de l'Amérique très-près du détroit de Magellan, et dans l'autre sens, la « rive nord du Kara-Boghaz de la Caspienne, le lac Aral, le lac Salé d'Upsanoor, le détroit de Mats-Maï; enfin, « par une coïncidence curieuse pour un cercle passant à Gomorrhe, le premier jalon rencontré dans l'océan « Pacifique est l'îlot appelé la *femme de Lot.* » (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 14 août 1863.)

Les relations que nous indiquons ici indiqueraient, comme on voit, une direction fort différente du cercle suivant lequel M. de Chancourtois cherche à grouper ces émanations bitumineuses.

sur ses bords, et en raison de son analogie avec celui de Hasbeya, nous avons déjà dit qu'on l'avait considéré comme apporté de cette extrémité du bassin par les eaux du Jourdain.

On a aussi cru qu'il s'accumulait au fond de la mer Morte de vastes nappes de bitume qui finissaient par se durcir, se détachaient et remontaient à la surface.

Enfin, le docteur Anderson avait émis l'idée que sous le gisement bitumineux de Nebi Musa il devait exister des couches considérables d'asphalte intercalées au milieu des calcaires, et dont les affleurements, prolongés jusqu'au fond de la mer Morte, céderaient à l'action érosive des eaux les nombreux débris de cette substance que les voyageurs viennent ramasser sur ses bords (1).

Nous avons montré comment la tradition et l'histoire constatent l'apparition, souvent répétée à la surface du lac Asphaltite, de masses considérables d'asphalte, dont il nous paraîtrait naturel de considérer les fragments de cette substance, épars sur ses plages, comme les débris. Nous avons aussi montré qu'une portion de ces fragments d'asphalte pouvait provenir de la désagrégation des poudingues et brèches bitumineuses, que les eaux du waddy Mahawat et celles du waddy Sebbeh entraînent dans la saison des pluies à la mer Morte. Il nous semblerait donc superflu de recourir aux hypothèses si peu satisfaisantes dont nous venons de faire mention, lorsque les faits suffisent à nous fournir une explication aussi naturelle.

Quant à l'origine première de l'arrivée des émanations bitumineuses au sein de la mer Morte ou sur ses bords, ainsi que le long de la vallée du Jourdain, nous croyons, comme nous le disions en commençant, qu'elle se rattache à l'existence de la ligne principale de dislocation du bassin, de même que les sources thermales salées avec lesquelles ces émanations bitumineuses offrent des relations de parenté qu'il n'est pas possible de méconnaître.

Ces rapprochements, auxquels conduit l'examen de la répartition des sources thermales salifères et des gîtes bitumineux du bassin de la mer Morte, peuvent être encore tentés pour d'autres phénomènes. En effet, on pourrait attribuer à des causes analogues, sinon identiques avec celles qui ont amené l'apparition de ces deux sortes d'émanations, l'enrichissement en matières salines des terrains crétacés, sur les bords du bassin, et particulièrement dans le voisinage des gites bitumineux (2). Cet enrichissement, qui se manifeste par l'abondance des dolomies, des gypses et du sel, vient apporter dans le bassin de la mer Morte une confirmation de plus à la loi, si souvent vérifiée ailleurs, de l'association du

(1) Lynch, *Off. rep.*, p. 116.

(2) Le calcaire bitumineux du waddy ed Draa, par exemple, est riche en gypse cristallisé. Les couches puis-

bitume à ces mêmes substances salines, aux terrains volcaniques et aux sources thermales. L'existence de la grande fêlure de l'écorce terrestre, qui, du Liban, semble se poursuivre jusqu'à la mer Rouge, n'a sans doute pas été indifférente à la production de ces divers phénomènes.

Cette fêlure devait être *préparée* dès l'éruption des porphyres, avant l'émersion des terrains crétacés et nummulitiques, et avant les mouvements qui devaient en faire une ligne de dislocation des plus remarquables et le trait le plus saillant de la géologie et de l'orographie de la Palestine. Elle était peut-être déjà annoncée et jalonnée par des soupiraux établissant, entre la surface et les parties profondes de l'écorce terrestre, une série de communications dont pouvaient profiter déjà à cette époque les sources thermales, pour émettre au dehors les produits salins dont nous venons de parler, et qui plus tard devaient concourir avec de nouvelles sources à augmenter la salure du lac.

Le bitume ne paraît pas cependant s'être rencontré dès le principe dans le bassin de la mer Morte, car nous n'en avons observé nulle trace dans les plus anciens dépôts de ce lac. On serait donc tenté d'attribuer à l'apparition de ces émanations la même date qu'aux premières manifestations de l'activité volcanique à laquelle elles paraissent d'ailleurs se rattacher.

Ainsi donc le bitume semblerait être venu par la même voie que les principaux sels qui constituent la salure de la mer Morte, et que le brome lui-même. Comment s'en étonnerait-on, en présence de l'association de ces substances au sein de la mer Morte, à la source d'Emmaüs, près du lac Tibériade, probablement aussi dans les émanations sous-marines du Ras Mersed, et enfin en considérant les faits nombreux qui constatent des liaisons du même genre, dans tant de pays divers?

En effet, cette association du bitume, du sel, du brome, dans les sources minérales ou dans les dépôts que l'on attribue à leur intervention, a été signalée un peu partout, et montre quel doit être le mode d'arrivée habituel du bitume, ainsi que celui du brome (1).

M. le docteur Reichart a constaté cette intervention dans le gisement salin de Stassfürt,

santes de gypse de Zuweirah-el-foca paraissent être un peu imprégnées de bitume et de sel marin vers leur partie inférieure.

Le bitume paraît exister, quoique en proportion minime, sur beaucoup de points de la rive occidentale, dans les calcaires dolomitiques. Au waddy Sebbeh, il en a rempli les cavités.

Le gypse et quelques autres matières salines se trouvent tout autour du gîte bitumineux du Nebi Musa; on a vu, par les analyses que nous avons citées, que non-seulement la présence du gypse, mais aussi celle du sel marin et de la magnésie, se manifestait dans les couches associées au calcaire asphaltite de cette intéressante localité.

(1) Le brome est assez fréquent dans les sources salées; les eaux de Whitby et de Hallowell, au Canada, ren-

près Magdebourg, dont les eaux mères renferment jusqu'à 1/2 p. 100 de bromure de magnésium. M. Daubrée a depuis longtemps montré qu'elle existait dans les sources salées du Bas-Rhin, notamment dans celle de Soultz-sous-Forêts, avec laquelle les sources chaudes de Tibériade présentent de si grandes analogies, et dont les eaux mères composées de chlorures de magnésie, de chaux, de soude et de potasse, sont assez riches en brome pour que Berthier ait autrefois proposé d'en extraire cette substance.

Le bitume est associé le plus souvent au sel marin, dans les sources qui l'amènent à la surface, et les sources salées du Puy-de-la-Poix, en Auvergne, en fournissent un exemple d'autant plus remarquable, qu'il montre bien la liaison de ce phénomène avec les émanations volcaniques.

« Il y a déjà longtemps, dit M. Daubrée, que Dietrich a signalé la fréquence de l'asso-
« ciation du bitume et des sources salées, en France et en Italie. Cette association, quoique
« n'étant pas constante, se retrouve dans des lieux très-distincts les uns des autres, notam-
« ment sur les bords de la mer Caspienne, dans les chaînes des Karpathes, les Apennins,
« aux environs de Dax et dans l'Amérique du Nord, au Kentucky et sur les bords du lac Salé.
« Les couches tertiaires de Soultz-sous-Forêts, avec leur bitume et leur eau salée, four-
« nissent un exemple de cette relation qui n'est pas encore expliquée d'une façon satis-
« faisante (1). »

On sait qu'un bon nombre de géologues admettent la formation directe des bitumes et des autres produits hydro-carburés de la même famille, dans la profondeur du globe, par l'union directe de l'hydrogène avec le carbone, et considèrent l'arrivée d'émanations pareilles comme tout aussi naturelle que celle de l'hydrogène sulfuré, de l'acide carbonique et des autres gaz qui s'échappent des orifices ou des évents volcaniques.

Une école opposée, surtout représentée en Amérique et au Canada, regarde la production de ces mêmes produits pétroléens et bitumineux comme s'étant effectuée naturellement dans les couches mêmes où on les rencontre, aux dépens d'êtres organisés qu'elles renferment (2). M. Wall, qui a étudié avec grand soin la géologie du Venezuela, a adopté

ferment 0,54 à 0,69 p. 100 de bromures de magnésium et de sodium; un grand nombre d'eaux minérales, telles que celles de Manheim, en renferment des quantités très-appréciables.

Les sources salées de la Lorraine, qui sortent du grès bigarré et sont toutes liées à des points centraux de dislocation et de soulèvements, renferment également du brome.

Dans une région plus voisine de celle qui nous occupe, et qui elle-même se trouve rapprochée de districts volcaniques ainsi que des gîtes bitumineux des bords de la mer Noire et de la mer Caspienne, dans les sources des environs de Trébizonde, Hitchcock, a signalé la présence du brome associé à des carbonates et à des chlorures de sodium, de magnésium et de calcium.

(1) *Descript. géol. et minéral. du Bas-Rhin*, p. 224.

(2) *Géologie du Canada*, p. 557.

une explication analogue pour l'origine première des bitumes du Venezuela et du lac de Poix de la Trinité. D'après ce géologue, ce bitume se trouve associé au lignite dans les couches tertiaires, et il le considère comme résultant de la transformation chimique de ce dernier, à la température ordinaire et dans les conditions normales du climat (1).

Une troisième opinion, qu'on pourrait appeler éclectique, parce que, tout en laissant l'initiative aux phénomènes de l'activité interne, elle admet dans la production des bitumes l'intervention de dépôts d'origine organique, intercalés au milieu des sédiments que traversent les exhalaisons souterraines et thermales qui amènent ces produits hydrocarburés à la surface, peut s'appuyer sur une expérience remarquable due à M. Daubrée. Dans ses études sur le métamorphisme, le savant professeur du Muséum a pu transformer du bois, soumis à l'influence combinée de la pression et de l'eau surchauffée, successivement en lignite, en houille et en anthracite, et il en a ainsi séparé des hydrogènes carbonés, possédant jusqu'à l'odeur caractéristique du bitume de Bechelbronn. On s'explique donc comment des eaux thermales peuvent, en réagissant sur les dépôts charbonneux qu'elles traversent dans leur ascension, en extraire des produits bitumineux et leur servir de véhicule jusqu'à la surface, ou tout au moins jusqu'aux couches poreuses propres à les absorber et à les retenir. Cette hypothèse offre l'avantage de fournir une explication naturelle de l'association du bitume avec les matières salines, dont ces eaux thermales peuvent être chargées, et avec les phénomènes volcaniques et les lignes de dislocation auxquelles se relient en général les sources chaudes.

En ce qui concerne la mer Morte, une pareille explication n'aurait rien d'invraisemblable (2).

En résumé, nous croyons que l'arrivée du bitume au milieu de la mer Morte et sur son rivage occidental, ainsi que le long de son bassin, se rattache à l'existence d'un système de sources thermales, salines et bitumineuses, réparties le long de l'axe de dislocation du bassin. Cette conviction s'appuierait : 1° sur l'alignement des gîtes bitumineux le long du

(1) *Proc. of the geol. Soc. of London*, 1860, t. XVI, p. 467.

(2) Voyez la coupe *hypothétique* de Jaffa à Schihan, de la Pl. III, qui est destinée à mettre en évidence les conditions supposées de cette explication *purement hypothétique*. Le lecteur voudra bien souligner, par la pensée, le mot *hypothétique*, inscrit en tête de cette coupe et qui indique suffisamment que nous n'avons voulu indiquer, à l'égard de l'existence de ces gisements de lignite au milieu des grès de Nubie, qu'une *possibilité* ne se heurtant contre aucune invraisemblance. Nous ne méconnaissons d'ailleurs nullement que le bitume ait pu venir des régions profondes du globe, comme les hydrocarbures d'origine volcanique, sans être astreint à provenir d'une couche de combustible; le voisinage de la faille du Jourdain et des volcans du Hauran et de l'Ammonitide rend même cette dernière hypothèse très-vraisemblable.

M. Coquand, auquel on doit tant de travaux importants sur l'Europe et l'Afrique, ayant eu occasion, dans le cours de ses voyages, de visiter la Valachie et la Moldavie, a émis, au sujet des gisements bitumineux de ces deux pays (Sur les gîtes de pétrole de la Valachie et de la Moldavie, *Bull. de la Soc. géol.*, 2e série, t. XXIV, p. 305, 1867),

même axe qui rallie encore aujourd'hui les rares représentants de ces sources, lesquelles durent être en rapport avec les phénomènes volcaniques aujourd'hui éteints de cette contrée; 2° sur la présence, vérifiée par M. Hébard, du bitume dans les calcaires d'où émergent les sources thermales et salines de Tibériade, dans lesquelles le docteur Anderson a trouvé le brome associé à une matière organique; 3° enfin sur les analyses mêmes de l'eau de la mer Morte, qui, d'après M. Terreil, renferme une matière organique fournissant l'odeur caractéristique des bitumes, et surtout abondante dans le voisinage du Ras Mersed, en un point où se font sentir les émanations fétides, signalées par Strabon comme accompagnant l'apparition de l'asphalte. En cet endroit, il paraîtrait exister encore une de ces sources sous-marines, auxquelles fut due sans doute autrefois l'émission de ces masses d'asphalte, et qui se bornerait aujourd'hui à entretenir dans son voisinage une richesse exceptionnelle en bitume, en chlorures et en bromures.

des vues différentes de celles que nous avons adoptées pour rendre compte de la formation des gisements de même nature que nous avons observés en Palestine. M. Coquand admet, comme nous, l'intervention des sources dans l'arrivée du bitume. Seulement, tandis que pour nous ces sources paraîtraient avoir profité pour venir au jour des dislocations affectant ces terrains, qu'elles ont imprégné de pétrole postérieurement à leur formation, pour M. Coquand, ces mêmes sources seraient contemporaines du dépôt de ces terrains.

« Le pétrole aurait, dit-il (p. 306), été amené, suivant moi, à diverses époques géologiques, par des sources « dans les terrains, *au moment* de leur formation; il aurait imprégné, autour des points d'émergence, une surface « plus ou moins étendue, suivant la fécondité de ces sources, et se serait ainsi incorporé aux éléments minéraux « *qui se stratifiaient* au fond des eaux des mers et des lacs. »

Lorsqu'on ne se contente pas d'à peu près et qu'on veut serrer de près l'explication de M. Coquand, on a peine à la comprendre. On sait que les argiles qui, d'après M. Coquand, ont *emprisonné le pétrole* dans leurs mailles en se formant, se déposent particule par particule, lentement. Si, pendant que ces particules descendaient, le pétrole, fourni par les sources émergeant au fond du bassin, montait, en vertu d'une densité moindre que l'eau de mer, comment l'argile a-t-elle pu l'emprisonner? Il aurait fallu supposer au pétrole une certaine rébellion aux lois physiques, en même temps qu'une grande patience, pour qu'il attendît au fond que l'argile fût venue l'emprisonner ainsi en le recouvrant peu à peu.

Que si, comme le mot « *imprégner* » dont se sert le savant géologue de Marseille, semblerait le faire supposer, les dépôts étaient déjà formés, à l'état vaseux ou autrement, au fond des bassins où venaient sourdre les sources bitumineuses, on a alors affaire ici à une imprégnation en réalité *postérieure au dépôt* et non *contemporaine*, et les choses doivent se passer comme dans l'hypothèse que nous avons préféré adopter.

L'alignement des gîtes bitumineux le long de l'axe de dislocation du Ghôr nous montre que, pour la Palestine du moins, ces sources ont dû profiter des mouvements qui ont disloqué les couches déjà formées qu'elles sont venues imprégner. Cette imprégnation postérieure ressort d'une facon manifeste de toutes les circonstances de ces gisements : phénomènes d'imbibition favorisés par la porosité de la craie de Mar Saba et de Kalwet, concentration du bitume dans les vacuoles des dolomies cristallines, etc....

S'il fallait même en croire les observateurs qui ont succédé à M. Coquand en Valachie, cette dernière explication s'appliquerait aux gisements mêmes à propos desquels il a émis sa théorie. MM. Fuchs et Sarrasin ont montré en effet (*Bibl. univers. de Genève*, 1873), que les gîtes bitumineux de la Valachie sont alignés parallèlement à des fractures et à des dislocations qui affectent le terrain miocène au milieu duquel on les trouve.

D'après ces géologues, en Valachie (comme pour nous en Palestine) l'arrivée du pétrole serait donc, non pas contemporaine, mais postérieure au dépôt des terrains qu'il imprègne.

# ÉPILOGUE.

---

Arrivé à la fin de ma tâche et sur le point de prendre congé de mon patient lecteur, j'ai à peine besoin de lui faire remarquer combien il me serait difficile de résumer ici en quelques lignes, et sous forme de conclusion générale, les résultats multiples de ce travail.

Il trouvera, à la fin des chapitres et sur chaque sujet important, mes conclusions partielles qu'il serait superflu de reproduire ici. Il lui sera facile, selon le point de vue particulier auquel il se sera placé en envisageant ces études, de faire son profit des faits amassés ici, sans autre passion que l'amour du vrai, comme aussi des observations négatives et des discussions qui rejettent de la voie les faux systèmes ou les interprétations erronées produites jusqu'à ce jour. A lui de tirer de ces faits les déductions générales qui lui paraîtront les plus naturelles et les plus appropriées à la direction personnelle de ses recherches.

Ce travail n'ayant été, ainsi que je l'ai déjà dit en commençant, qu'une modeste introduction physique aux recherches autrement importantes que le duc de Luynes avait entreprises sur les premiers temps de la Palestine, je me suis borné à faire ici l'histoire de ce pays avant l'époque à laquelle remontent ses plus anciennes traditions humaines.

On comprend donc que je me sois gardé de toucher aux sujets délicats entre tous, que seul le duc de Luynes pouvait aborder sans témérité. Ceux des lecteurs qui s'occupent plus spécialement de recherches bibliques ont pu trouver néanmoins réunis ici les principaux éléments des problèmes physiques que soulèvent certains passages des anciens textes, ainsi que les cartes et les documents qui peuvent les aider dans la recherche des meilleures interprétations à donner à ces traditions, particulièrement à celles qui se rapportent à la mer Morte ou à ses rivages. Ce sont ces problèmes qui constituaient le but principal de la mission qui m'avait été confiée; aussi ai-je dû en développer particulièrement l'étude dans la seconde partie de ce travail.

Quant aux applications pratiques dont la sanction vient si souvent récompenser les recherches géologiques entreprises dans des régions peu connues, elles feront sans doute

longtemps défaut, l'éloignement de la Palestine ne comportant pas l'exploitation des matières utiles que l'on y rencontre.

Lorsque le brome, dont les applications se sont déjà étendues, aura acquis une importance industrielle et médicale plus considérable, peut-être songera-t-on à le retirer des eaux de la mer Morte où il se trouve en si grande abondance, particulièrement dans les couches profondes, ainsi que l'ont établi nos puisages.

Nul doute que si la mer Morte était en Europe; on n'eût déjà songé à utiliser ses eaux pour en retirer le brome, la potasse et quelques autres substances salines qu'elles renferment en grande quantité. Peut-être même, ainsi que me le suggérait un médecin de mes amis, eût-on pensé à y fonder des établissements balnéaires affectés à la guérison de certaines maladies spéciales dont la cure réclame l'emploi du brome. Quant à présent, nous devons l'avouer en toute humilité, nos recherches n'ont provoqué d'autre entreprise qu'un singulier projet de communication de la Méditerranée avec la mer Rouge, par le Ghòr, projet plus original qu'utile et réalisable (1).

En ce qui concerne les résultats purement scientifiques c'est là en réalité que je place un espoir sérieux d'obtenir un bill d'indemnité et d'indulgence de mes lecteurs.

La physique du globe, la géologie géographique, la stratigraphie et la lithologie comparées, la géogénie et la paléontologie s'enrichiront d'un assez grand nombre d'observations utiles pour raccorder la géologie de l'Orient avec celle de l'Europe. Quelque petites que soient les pierres que nous avons ainsi apportées à l'édifice commun, leur originalité et leur rareté, venant d'un pays neuf et éloigné les feront, je l'espère, accueillir de nos confrères avec assez de faveur pour qu'ils pardonnent aisément à la main inhabile qui les a recueillies. Puisse leur bienveillance les porter à ne pas trop vite accepter les critiques parfois acerbes que m'ont values mes premières publications sur ces sujets. De ces critiques, les unes, je le reconnais, étaient justes et sincères; aussi me suis-je efforcé d'en faire mon profit dans ce travail. Les autres semblaient uniquement destinées à m'entraîner dans ce courant de polémique plutôt avocassière que scientifique qui paraît être, de nos jours, un milieu cher à quelques géologues auxquels une propension querelleuse et le culte jaloux de leur personnalité semblent faire oublier la bonne foi et la justice nécessaires pour apprécier avec impartialité les efforts de leurs contemporains, voire même ceux de leurs compatriotes et de leurs cadets.

A de telles critiques, d'autant plus faciles qu'on y défigurait mes dires, me faisant pro-

(1) *La Palestine de l'avenir, ou le Ghôr maritime et la canalisation de l'Arabah*, par le docteur Blandet.

noncer avec le sans-façon cavalier que leurs auteurs mettent d'habitude eux-mêmes à trancher les difficultés les plus épineuses et passant sous silence les prudentes réserves dont j'accompagnais certaines de mes opinions; à des critiques de ce genre, dis-je, je n'ai pas cru devoir répondre, confiant dans l'avenir et dans la justice des explorateurs futurs. Cette justice m'arriverait-elle de l'étranger et plutôt que je n'y comptais? Je ne sais encore : toujours est-il que dans les premiers comptes rendus de l'expédition allemande du Dr Roflhs dans le désert Libyque, M. le professeur Zittel, géologue de l'expédition, qui a eu à étudier les terrains en litige, est arrivé à des conclusions si semblables aux miennes que je ne puis résister au plaisir de les consigner ici, pour l'édification du lecteur.

Après avoir décrit la constitution assez simple du désert Libyque qui se compose de terrains miocènes, éocènes et crétacés (comme l'Égypte et la Palestine) et avoir passé en revue les couches nummulitiques, M. Zittel (1) abordant l'étude des dépôts secondaires, dit qu'aux oasis de Farafreh, de Dakhel et de Khargeh, on voit immédiatement au-dessous, du calcaire ou des marnes éocènes à operculines (éocènes), *un calcaire blanc crayeux plus ou moins dur*, qui n'est autre chose que le représentant de la craie blanche du nord de l'Europe et renferme des fossiles très-nombreux, parmi lesquels il cite l'*Ananchites ovata*, une *belemnite*, des *baculites*, beaucoup de gastéropodes et de lamellibranches et des éponges de grande taille (2).

Au-dessous, des marnes argileuses feuilletées alternant avec des bancs argilo-calcaires avec *cristaux de chaux carbonatée, gypse et sel* (3).

Plus bas, au milieu des marnes vertes, des *calcaires argileux rouges ou jaunes avec des millions d'Ostrea Overwegi* et une faune très-belle comprenant les Ammonites du groupe des *soi-disant cératites* (4).

« Enfin, dit M. Zittel, au-dessous viennent des marnes feuilletées vertes et rouges, quelque-
« fois alunifères passant à des *grès quartzeux, blancs, rouges, bruns ou noirs* contenant les
« mêmes dents de poissons (*Otodus, Lamna Corax*) qu'on rencontre beaucoup plus haut
« dans la craie blanche et dans les couches à *Ostrea Overwegi*. Plus bas, le *grès acquiert*
« *un développement très-considérable* et les marnes disparaissent; le grès devient de plus
« en plus dur, il renferme des couches assez puissantes d'hydroxyde de fer; *enfin il montre*

(1) *Bulletin de l'Institut égyptien*, n° 13, séance du 18 avril 1876, p. 78, 79 et 80.

(2) C'est sans doute notre craie supérieure à baculites.

(3) C'est, comme on le voit, au même niveau que nous et non dans le nummulitique, ainsi que le voulait M. Coquand, que M. Zittel place ces substances salines.

(4) C'est notre faune cénomanienne à *Ostrea Overwegi*, *Olisiponensis*, *Africana*, etc., avec les cératites si répandues à ce niveau, en Égypte, dans le Sinaï, dans le Liban, comme aussi en Algérie.

« *tous les caractères du grès de Nubie.* Le passage la craie supérieure au grès quartzeux
« qui paraît avoir une puissance énorme et qui s'étend presque sans interruption à l'ouest
« et au sud-ouest des oasis Dakhel et Kargheh jusqu'au Soudan, est parfaitement insen-
« sible, et, comme le dernier ne renferme d'autres fossiles que des bois pétrifiés en silex,
« *je serai tout à fait disposé à le mettre dans la formation crétacée et même dans la partie*
« *moyenne de ladite formation* (1). »

On le voit, M. Zittel arrive à la même conclusion que celle que nous avions hasardée avec tant de réserve, et nous sommes charmé de trouver une aussi précieuse confirmation dans les études consciencieuses du savant continuateur d'Oppel.

M. Zittel émet aussi (2), à propos de l'origine du sable du désert, des vues parfaitement conformes aux nôtres en la rattachant, comme nous l'avions fait, à la désagrégation des grains siliceux du grès de Nubie et à leur transport incessant par le vent. On n'a qu'à se reporter aux chapitres IV et V ainsi qu'aux publications antérieures que nous avons fait paraître sur les mêmes questions, pour voir que nous ne pouvions trouver une meilleure confirmation de nos vues, ni une meilleure réponse aux critiques auxquelles nous venons de faire allusion.

Aussi le lecteur voudra-t-il me pardonner de n'avoir pu résister au désir de lui soumettre en terminant ces premiers éléments de justification qui m'arrivent fort à propos et me sont d'autant plus précieux, qu'ils me sont fortuitement fournis par un confrère étranger dont la compétence et l'autorité, en pareille matière, ne seront méconnues par personne.

(1) On verra, en se reportant à notre chapitre IV, combien ces conclusions sont semblables aux nôtres.
(2) *Ibid.*, p. 81.

# EXPLICATION DES PLANCHES.

---

Pl. I. — 1° Carte géologique du bassin de la mer Morte *et des régions de la Syrie, de la Palestine et de l'Arabie Pétrée qui l'avoisinent*, avec l'itinéraire de l'expédition.

2° Carte géologique générale de la Syrie, de l'Arabie Pétrée et de l'Égypte.

3° Profil géologique du bassin de la mer Morte *dans toute sa longueur, et vue des montagnes qui le bordent à l'est, depuis l'Anti-Liban jusqu'à la mer Rouge.*

Pl. II. — 1° Carte géologique des bords de la mer Morte.

2° *Vue géologique du rivage occidental de la mer Morte, de l'embouchure du Jourdain à la Liçan.*

3° *Section verticale et longitudinale de la mer Morte avec l'indication des densités des diverses couches d'eau qui la constituent.* (Voir p. 273.)

Pl. III. — Vues et coupes géologiques des bords de la mer Morte et de la vallée du Jourdain.

1° *Vue de la portion septentrionale de la mer Morte*, prise de la hauteur d'Aïn-Ghuweir, montrant sa ceinture de falaises crétacées et les bancs de calcaire dolomitique qui se suivent sur tout son rivage occidental. (Voir p. 75, 76.)

2° *Vue des falaises occidentales de la mer Morte*, près d'Aïn-Ghuweir, avec le détail des couches crétacées qui les constituent. (Voir p. 75, 76.)

3° *Coupe des anciens dépôts de la mer Morte*, près de l'embouchure du waddy Seyal, mettant en évidence la disposition des marnes feuilletées qui les constituent et les bancs salins ou arénacés qui s'y trouvent intercalés. (Voir p. 175, 176.)

4° *Vue de la montagne de Sel* (djebel Usdom, montagne de Sodome) *et de la portion méridionale de la mer Morte.* (Voir p. 87 à 89 et p. 287.)

5° *Vue de la mer Morte, de la vallée du Jourdain et de la chaîne de Juda, prise du sommet du jebel Musa* (mont Nebo), montrant les anciens dépôts de la mer Morte remplissant le fond de la cuvette crétacée et plaquée aux anfractuosités des falaises occidentales du lac, les grès de Nubie affleurant à la base des calcaires et marnes crétacés; enfin la position du gîte bitumineux de Nebi-Musa. (Voir p. 177.)

6° *Vue des falaises du rivage oriental de la mer Morte, près l'embouchure du waddy Zerka-Maïn et de la plaine de Zara*, avec la disposition des diverses assises de grès de Nubie, couronnées dans le fond de calcaires crétacés, et, sur les falaises, de nappes de basaltes épanchées des hauteurs. On y voit, en outre, les points d'émergence des sources thermales de Zara et l'étendue des dépôts d'incrustation qu'elles ont formés. (Voir p. 36 et 206.)

Les palmiers croissent en assez grande abondance sur les portions de ces falaises orientales où affleure le grès de Nubie.

7° *Vue des sources, dites sources du Jourdain, à Banias, au pied de l'Anti-Liban et de la coulée de la lave qui descend de Jaulan.*

Cette vue prise du chateau ruiné de Banias, sur les contre-forts du jebel es Scheikh et sur les calcaires à *Collyrites bicordata*, montre dans le fond la coulée de lave à l'extrémité de laquelle émergent les sources du Jourdain; puis, à l'horizon, les chaînes crétacées qui limitent sur l'autre rive la vallée du Jourdain. (Voir p. 6, 50, 191.)

8° *Coupe hypothétique de Jaffa à Schihan à travers la chaîne de Juda, la mer Morte et la Moabitide.*

Cette coupe théorique est seulement destinée à donner une idée générale du relief de ces régions et de la dépression de la mer Morte, ainsi que de la disposition relative des principales masses minérales qui les constituent (grès de Nubie, calcaires crétacés, nappes basaltiques, plages soulevées; enfin, pour faire comprendre ce que nous disons dans ce travail de l'une des hypothèses émises au sujet de l'arrivée du bitume, on a, au-dessous du gîte d'imprégnation bitumineuse de Nebi-Musa, supposé au sein des grès de Nubie l'existence de bancs de lignites, comme il s'en trouve en réalité dans le Liban).

Dans cette hypothèse, que nous n'indiquons que comme une *possibilité*, sans invraisemblance, et sans préférences de notre part, les sources thermales, comme il s'en trouve sur les bords de la mer Morte, auraient pu réagir sur le lignite de façon à en extraire les produits hydrocarburés de pétrole qui, après avoir monté par les fissures, auraient imbibé les roches poreuses comme la craie à foraminifères de Nebi-Musa ou les dolomies vacuolaires de Sebbeh.

Enfin, la même coupe théorique met en évidence la probabilité de l'existence d'une vaste faille au fond de la mer Morte, faille qui aurait amené des dislocations et des fissures dont auraient profité, pour venir au jour, les laves basaltiques et les sources thermales qui peuvent avoir eu une large part dans l'enrichissement salifère des eaux de la mer Morte.

Dans tout ceci, nous le répétons, nous n'avons en vue que l'*exposition graphique*, pour plus de clarté, de quelques vues théoriques mentionnées dans le courant de ce travail, vues que nous n'adoptons pas toujours entièrement. Dans la disposition générale des masses stratifiées, nous n'avons pas tenu compte des failles secondaires ou des petits plissements peu importants, ne voulant mettre en évidence dans ce tracé que l'allure générale et largement comprise des terrains.

9° *Vue des dépôts arénacés plaqués sur les calcaires crétacés du waddy Zouweirah.*

Au premier plan, sur une hauteur d'où l'on domine la basse vallée de Zouweirah, le chemin du Kalat Zouweirah est creusé dans les calcaires dolomitiques crétacés (en jaune).

Au second plan, on aperçoit au fond de la vallée le chateau sarrasin ruiné de Kalat Zouweirah perché sur une butte de dépôts arénacés.

Tout autour, sont des collines assez élevées composées des mêmes dépôts arénacés (en vert) analogues à ceux de la Lican, c'est-à-dire aux anciens dépôts de la mer Morte dans l'ancienne surélévation de son niveau.

Le fond de cette vallée étroite et tourmentée est de nouveau occupé par les terrains crétacés (calcaires dolomitiques, marnes crayeuses, bancs de silex marqués par des lignes interrompues); à l'horizon, on aperçoit enfin la mer Morte. (Voir p. 176.)

10° *Vue des dépôts arénacés du waddy Zouweirah, formant le passage entre les dépôts de la mer Morte et les alluvions anciennes.*

C'est une vue de détail du panorama précédent, mais prise dans le sens opposé, du bas de la vallée dans la direction du point de vue précédent; à gauche, sont des buttes de lits sablonneux plaquées sur les calcaires crétacés, au milieu desquels se trouve une rigole assez profonde où séjournent les eaux de quelque maigre source retenue par un barrage; à droite, contre les collines crétacées sont adossés des mamelons de ces mêmes dépôts arénacés dont les bases fournissent des pentes raides d'éboulis incessamment entraînés vers le fond du waddy. (Voir p. 176.)

11° *Vue des falaises orientales, à l'embouchure du waddy Mojib.* — Simple vue montrant l'aspect déchiqueté et pittoresque du grès de Nubie en ce point.

12° *Vue du waddy Mahawat*, montrant l'imprégnation par le bitume des calcaires crétacés et

des alluvions modernes qui sont plaqués contre ces derniers, sur les bords de ce waddy desséché. (Voir p. 307.)

Pl. IV. — Cartes, vues et coupes géologiques du désert de l'Arabah et des montagnes de l'Idumée.

1° *Vue du massif du djebel Haroun* (*mont Hor*) *près du waddy el Abyad.* Au premier plan, les calcaires crétacés (en jaune); au second, les porphyres (en brun) et les poudingues du mont Hor (en bleu); enfin apparaissent au fond, en A, les calcaires crétacés à échinodermes (*Cyphosoma*, *Hemiaster*, *Nucleolites*) et le sommet élevé du mont Hor, formé par les grès de Nubie (en violet), sur lequel se trouve le tombeau d'Aaron. (Voir p. 92, 28, 165.)

2° *Vue du débouché du waddy Haïmeh*, *dans le waddy Akabah*, montrant les plissements des marnes et calcaires crétacés superposés au grès de Nubie et recouverts par les dunes de sable mouvant du désert de l'Arabah. (Voir p. 91.)

3° *Vue du débouché du waddy Schellan*, dans la mer Rouge, au golfe d'Akabah, représentant les filons de diorite (en vert) qui percent le granite rouge formant la côte arabique de ce golfe et qu'on voit dans le fond constituer aussi la côte de la presqu'île du Sinaï. (V. p. 24.)

4° *Vue de détail en* A *et* B *du plan géologique de l'Arabah*, montrant des relations de couches assez difficiles à expliquer et observées d'ailleurs fort rapidement.

5° *Vue de l'Arabah prise du sommet du djebel-Haroun* (*mont Hor*), du toit du tombeau d'Aaron.

Au premier plan, la terrasse de grès de Nubie formant le sommet du mont Hor (violet); puis, à droite, les porphyres (en brun) avec les filons de diverses variétés qui en sillonnent la masse. Sur ces porphyres, viennent s'adosser les grès de Nubie formés en partie de leurs éléments désagrégés.

Au centre, la petite chaîne déchiquetée des poudingues tertiaires de l'Arabah (en bleu) supportée par les grès de Nubie; puis, des îlots de porphyre disséminés à travers les terrains crétacés et reconnaissables à leurs formes aiguës ainsi qu'à leur ton sombre. A droite, la montagne crétacée A sur les flancs de laquelle nous avons trouvé de nombreux oursins précédemment cités.

Enfin, dans le fond, les alluvions et les sables du waddy Arabah forment une bande horizontale (violet clair), à laquelle viennent se réunir celles des divers waddy tributaires et qui sépare le massif iduméen des collines crétacées (en jaune) qu'on voit former, à l'horizon, les plateaux du Tyh, dans le Sinaï.

6° *Plan géologique du waddy Arabah*, près du point de partage des eaux ainsi que des environs du djebel Haroun (mont Hor) et du waddy Musa (Pétra).

Ce plan, qui correspond au panorama précédent, donne, avec un peu plus d'extension, la surface et la position des masses dont on vient de voir le profil. Il est, en outre, important de le consulter pour bien comprendre la question soulevée par l'ancienne hypothèse de la communication primitive de la mer Morte avec la mer Rouge, qui a pu être résolue géologiquement au point de partage des eaux formé, comme le montre cette carte, par les calcaires crétacés, dans lesquels nous avons même trouvé des *baculites* et qui forment un barrage fort ancien reliant l'Idumée au Sinaï. (Voir p. 92 et 250.)

7° *Vue de l'Arabah*, autre panorama géologique complétant le précédent, pris du sommet de la montagne A, dont les pentes sont riches en fossiles crétacés et s'étendent au Sud jusqu'au partage des eaux. (Voir p. 92, 165, 250, etc.)

8° *Vue de la chaîne de grès*, *de porphyres et de poudingues du mont Hor*, prise de la base des contre-forts crétacés de ce massif. (Voir p. 92, 28, etc.)

9° *Disposition des poudingues du mont Hor*, *sur les calcaires crétacés de la montagne* A.

10° Détail de la même disposition sur les pentes rapides. (Voir p. 165.)

11° Aspect des masses de poudingues sur les flancs de la même montagne. (Voir p. 165.)

Pl. V. — Coupes stratigraphiques.

*Fig.* 1. *Vue des couches crétacées du jebel Houra et de la coulée basaltique du waddy Haidan.* (Voir, pour plus de détails sur cette coupe, sa description et sa légende, p. 69.)

*Fig.* 2. *Coupe des marnes et calcaires crétacés dans le ravin d'Aïn Musa, au pied du mont Nebo* (*Ammonitide*). (Voir, pour la description et la légende, p. 62.)
*Fig.* 3. *Coupe de la falaise d'Aïn-Jidy* (Judée.) (Voir, pour la description et la légende, p. 78.)
*Fig.* 4. *Coupe des marnes crayeuses blanches à silex qui couronnent le jebel Schihan* (*Moabitide*). (Voir, pour la description et la légende, p. 71).
*Fig.* 5. *Coupe des assises cénomaniennes du waddy Haïdan.* (Voir, pour la description et la légende, p. 68.)
*Fig.* 6. *Coupe transversale de la vallée du waddy Mojeb, à l'Est de la mer Morte.* (Voir, pour la description et la légende, p. 70.)

Pl. VI. — Coupes stratigrapiques. — Instrument de puisage.
*Fig.* 7. *Coupe du versant oriental de la chaîne de Judée jusqu'à la mer Morte, passant par les gîtes salins de Zouweirah et du jebel Usdom* (*montagne de Sodome*). (Voir, pour la description de cette coupe et sa légende, p. 85.)
*Fig.* 8. *Coupe brisée allant du waddy Mojib et de Kérak à la mer Morte.* (Voir, pour la description et la légende, p. 73.)
*Fig.* 9. *Coupe des assises cénomaniennes, prise dans le lit* du *waddy Zerka Maïn.* (Voir, pour la description et la légende, p. 65.)
*Fig.* 10. *Coupe de la vallée du Jourdain de Turmus Aya à Suf.* (Voir, pour la description et la légende, p. 60 et 77.)
*Fig.* 11. *Coupe transversale de l'isthme de Suez.*
*Fig.* 12. *Vue et section de l'instrument employé pour puiser de l'eau à diverses profondeurs dans la mer Morte.* (Voir la description de cet appareil p. 275.)
*Fig.* 13. *Coupe brisée des terrains crétacés, passant par le Ghor, El. Al, le mont Nebo et Aïn Musa.* (Voir la description et la légende p. 61.)

Pl. VII. — Paléontologie. — *Ossements et silex taillés de la station humaine préhistorique du Nahr el Kelb* (*Liban*). (Voir la description de ce gisement p. 216 à 221.)

Pl. VIII. — Paléontologie. — Fossiles crétacés. — *Mollusques céphalopodes, gastéropodes, et brachiopodes.* (Voir, pour les descriptions, p. 112 à 125.)

Pl. IX. — *Mollusques lamellibranches. — Genre Ostrea.* (Voir, pour les descriptions, p. 138 à 143.)

Pl. X. — — — — p. 144 à 148.)

Pl. XI. — *Lamellibranches. — Genres divers.* (Voir, pour les descriptions, p. 125 à 137.)

Pl. XII. — *Fossiles divers crétacés et nummulitiques.—Foraminiferes.* (V., pour les descriptions, p. 117 à 159.)

Pl. XIII. — *Échinides crétacés.* (Voir, pour les descriptions, p. 149 à 157.)

Pl. XIV. — — — —

## FIGURES INTERCALÉES DANS LE TEXTE.

# TABLE DES MATIÈRES.



## PREMIÈRE PARTIE.

### ESQUISSE GÉOLOGIQUE ET PALÉONTOLOGIQUE DE LA PALESTINE ET DE L'IDUMÉE.

## DEUXIÈME PARTIE.

### ÉTUDE SPÉCIALE DE LA MER MORTE.



FIN.

Paris. — Imprimerie Arnous de Rivière, rue Racine, 26.



# CARTE, VUES ET COUPES GÉOLOGIQUES

## du Désert de l'ARABAH et des Montagnes de l'IDUMÉE

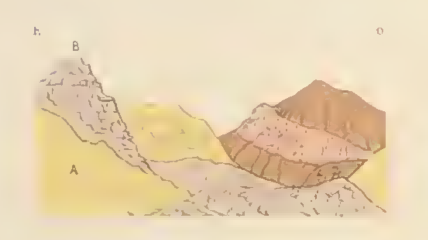
Vue du Massif du Dj. Haroun (Mt Hor)

Près du Wd el Aboud

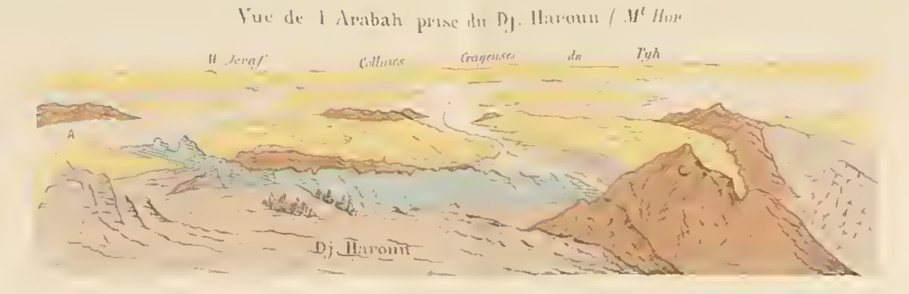
W. Haimeh — W. Akabah



W. Schellan

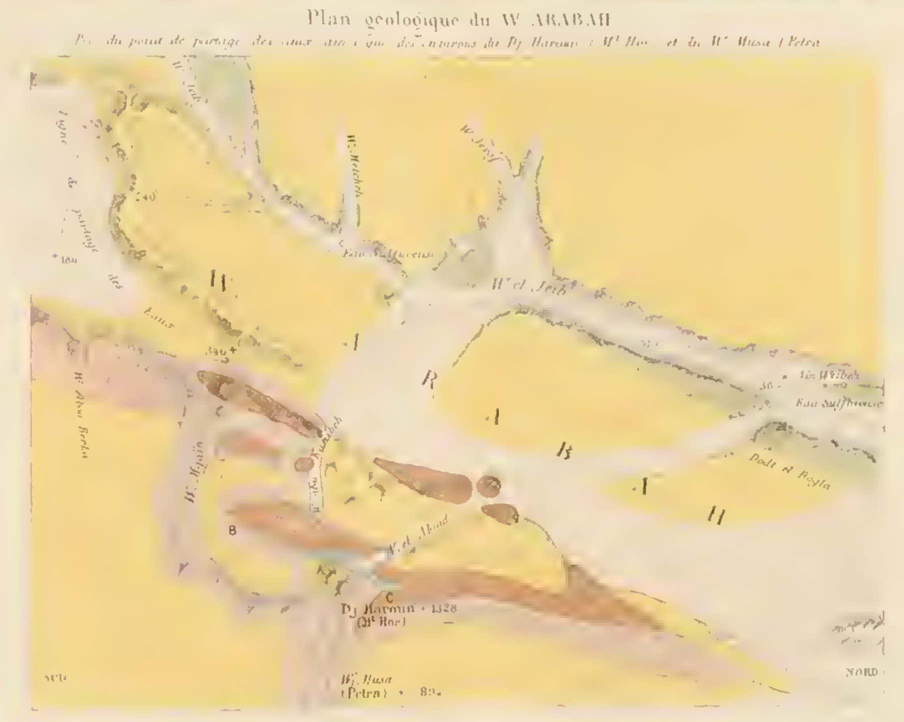


Vue de l'Arabah prise du Dj. Haroun (Mt Hor)




Plan géologique du W. ARABAH

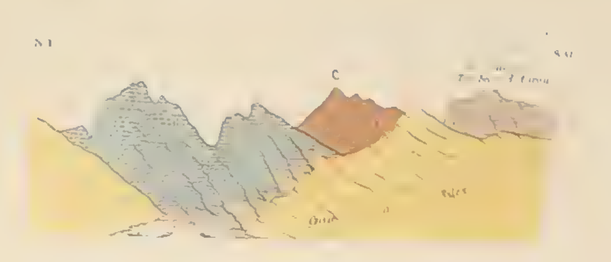
Près du point de partage des eaux aux environs du Dj Haroun (Mt Hor) et du Wd Musa (Petra)

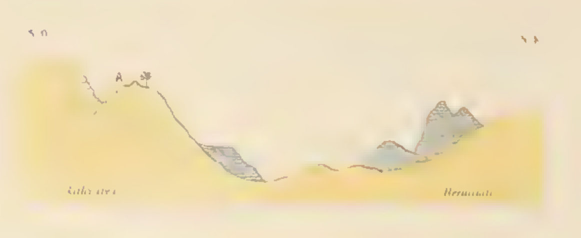


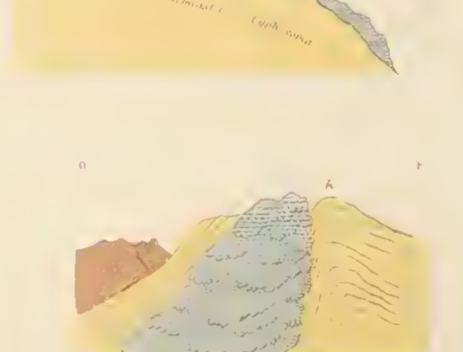

Vue de l'Arabah

Près du partage des eaux et des montagnes au Sud du Dj Haroun (Mt Hor) prise du Mt A







Légende des Couleurs

- Alluvions, Sables mouvants, etc.
- Marnes, Poudingues à éléments de porphyre, Alluvions anciennes
- Poudingues du Mt Hor à cailloux ...
- Calcaires et marnes crétacés
- Grès de Nubie
- Diorite ...
- Porphyre feldspathique
- Gneiss, Schistes cristallins
- Granite blanc à grains fins
- Granite rouge, syénite à gros grains

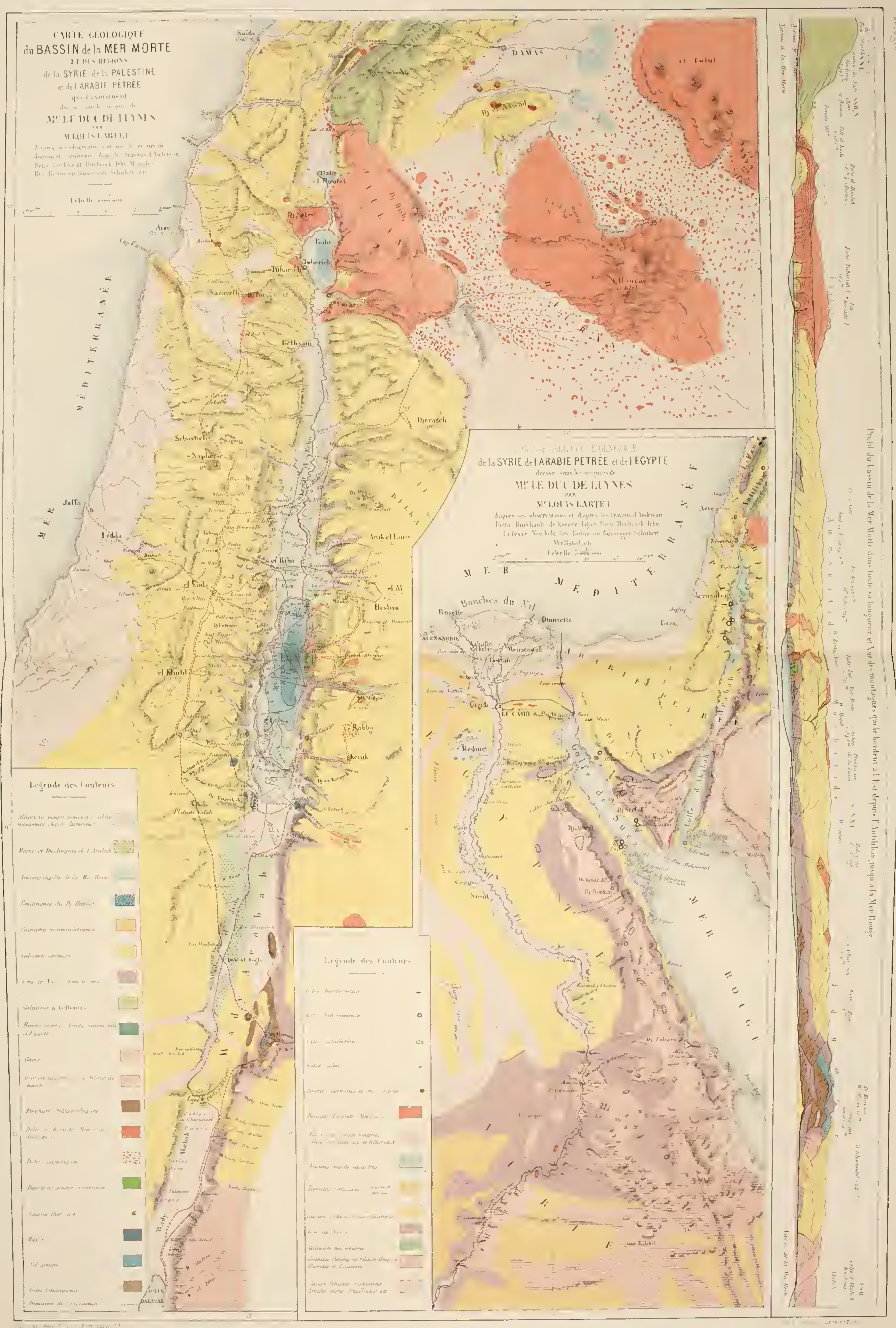
Légende des Signes

Nous avons cru devoir désigner par les lettres suivantes quelques points remarquables dont nous ignorons les dénominations locales.

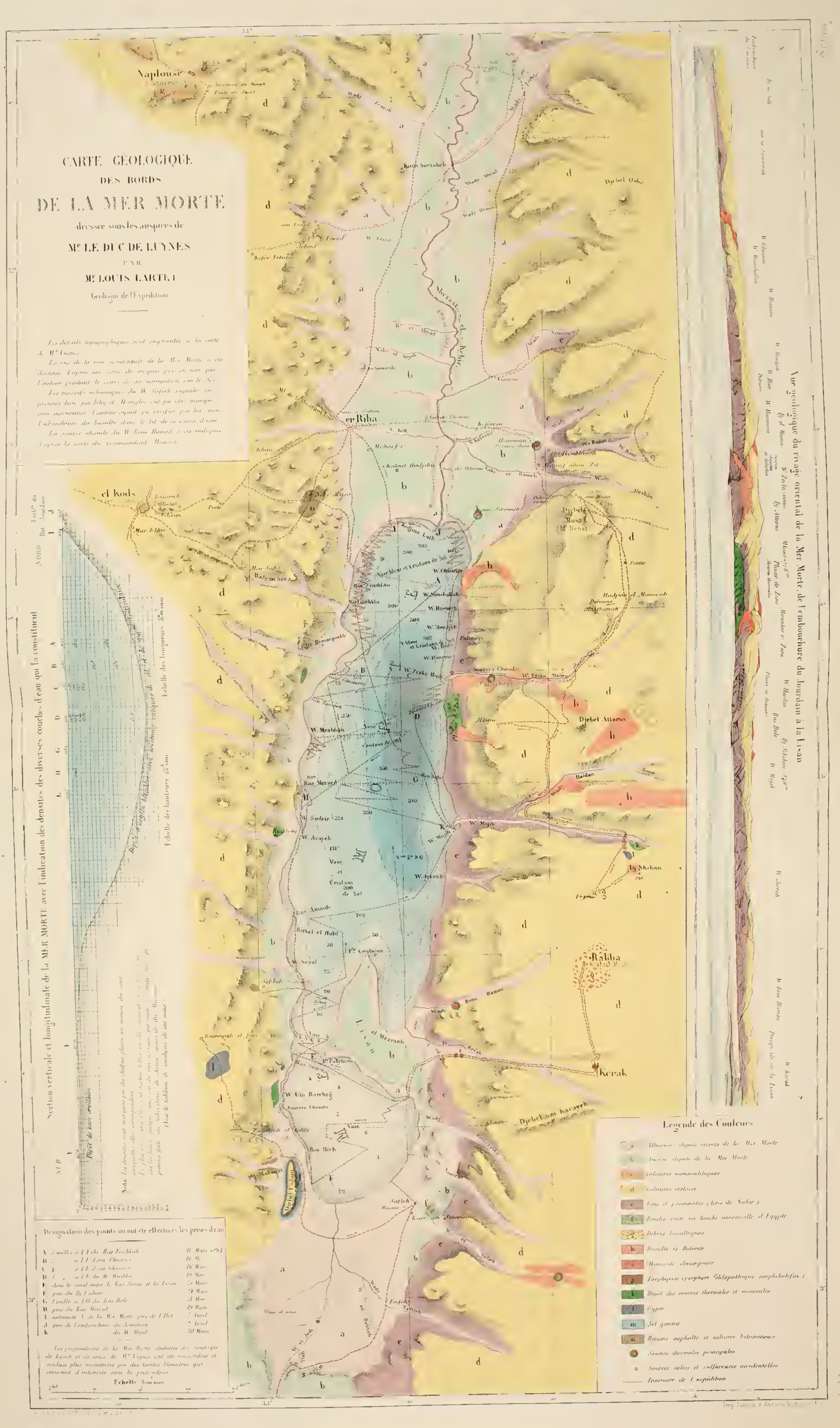
- A — Montagne calcaire au Sud du Dj Haroun (Mt Hor) dont elle forme les contreforts méridionaux
- B — Montagne de Grès au Sud de la précédente
- C — Montagne de porphyre feldspathique quartzifère traversée par de nombreuses veines de porphyre d'une couleur un peu différente au N du Dj Haroun

Paris, Imp. ...




CARTE GÉOLOGIQUE
du BASSIN de la MER MORTE
ET DES RÉGIONS
de la SYRIE, de la PALESTINE
et de l'ARABIE PÉTRÉE
M. LE DUC DE LUYNES
de la SYRIE, de l'ARABIE PÉTRÉE et de l'ÉGYPTE
M. LE DUC DE LUYNES
PAR
M. LOUIS LARTET
MER MÉDITERRANÉE
Bouches du Nil
Rosette
Damiette
Gaza
Golfe de Suez
MER ROUGE
Légende des Couleurs
Légende des Couleurs
DAMAS
Saïda
Sour
Acre
Cap Carmel
Nazareth
Tibériade
Jaffa
Lydda
Naplouse
Sebasteh
Djerasch
Hesban
Kerak
Akabah
Profil du bassin de la Mer Morte dans toute sa longueur et Vue des montagnes qui le bordent à l'Est depuis l'Antiliban jusqu'à la Mer Rouge
Niveau de la Mer Morte





CARTE GÉOLOGIQUE
DES BORDS
DE LA MER MORTE
dressée sous les auspices de
Mr LE DUC DE LUYNES
PAR
Mr LOUIS LARTET
Géologue de l'Expédition
Vue géologique du rivage oriental de la Mer Morte, de l'embouchure du Jourdain à la Lisan
Section verticale et longitudinale de la MER MORTE avec l'indication des densités des diverses couches d'eau qui la constituent
Légende des Couleurs
Désignation des points où ont été effectuées les prises d'eau
Naplouse
er Riha
el Kods
Djebel Attarus
Kerak
Lisan
Pl. 1



# VUES ET COUPES GÉOLOGIQUES
## des bords de la MER MORTE et de la Vallée du JOURDAIN

Vue de la portion Septentrionale de la Mer Morte
prise des hauteurs d'Aïn Ghuweir

Vue des falaises occidentales de la Mer Morte
près d'Aïn Ghuweir

Vue de la Mer Morte, de la Vallée du Jourdain et de la Chaîne de Juda
prise du Sommet du Dj. Musa (Mt. Nébo)

Vue des dépôts arénacés plaqués sur les calcaires crétacés du W. Zuweirah

Vue des dépôts arénacés du W. Zuweirah

Vue des falaises du rivage oriental de la Mer Morte
près de l'embouchure du W. Zerka Main et de la Plaine de Zara

Coupe des anciens dépôts de la Mer Morte
près de l'embouchure du W. Mojib

Vue des falaises orientales à l'embouchure du W. Mojib

Vue de la montagne de Sel (Dj. Usdom)
et de la portion méridionale de la Mer Morte

Vue des Sources dites Sources du Jourdain, à Banias

Vue du W. Mahawat

Coupe hypothétique de Jaffa à Schihan à travers la Chaîne de Juda, la Mer Morte et la Moabitide

### Légende des Couleurs

- Gypse en amas de cristaux lenticulaires
- Grès salifère et gypsifère
- Sel gemme
- Dépôts actuels de la Mer Morte, alluvions modernes, plages sableuses
- Anciens dépôts de la Mer Morte, alluvions anciennes
- Calcaires et marnes crétacés
- Grès de Nubie
- Calcaires à Collyrites de l'Antiliban, néocomien
- Dépôts d'incrustation des sources, calcaire, craquelé etc.

### Légende des Couleurs (Suite)

- Point d'émergence des sources thermales
- Trajet supposé de ces sources
- Émanations bitumineuses
- Dépôts supposés de lignite au milieu des grès de Nubie comme il y en a dans le Liban
- Basalte, dolérite

**Nota.** La coupe de Jaffa à Schihan purement hypothétique en ce qui concerne les profondeurs que l'auteur n'a pu explorer est simplement destinée à donner une traduction matérielle de la théorie exposée dans cet ouvrage sur la formation de la Mer Morte.

Fig. 1.

Vue des couches crétacées du Jebel Houra et de la coulée basaltique du W. Haidan




Fig. 4.

Coupe des marnes crayeuses blanches à silex qui couronnent le Jebel Schihan (Moabitide)

Fig. 2

Coupe des marnes et calcaires crétacés dans le ravin d'Aïn Musa au pied du Mont Nébo (Ammonitide)

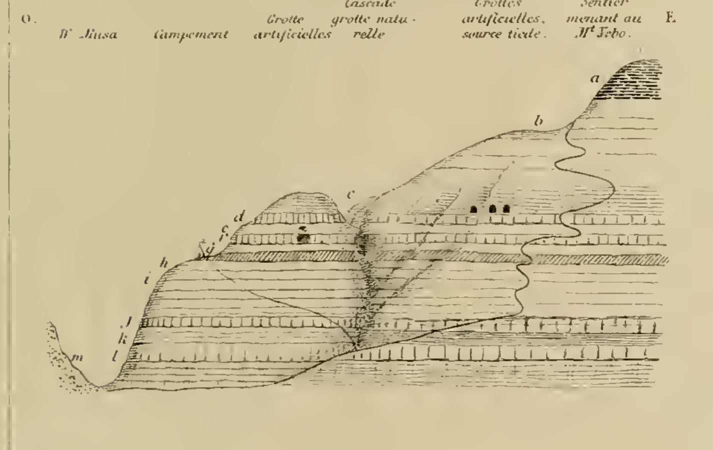



Fig. 5.

Coupe des assises cénomaniennes au W. Haidan

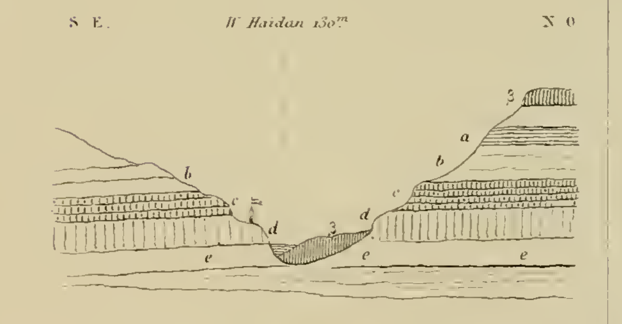



Fig. 3

Coupe de la falaise d'Aïn Idy (Judée)

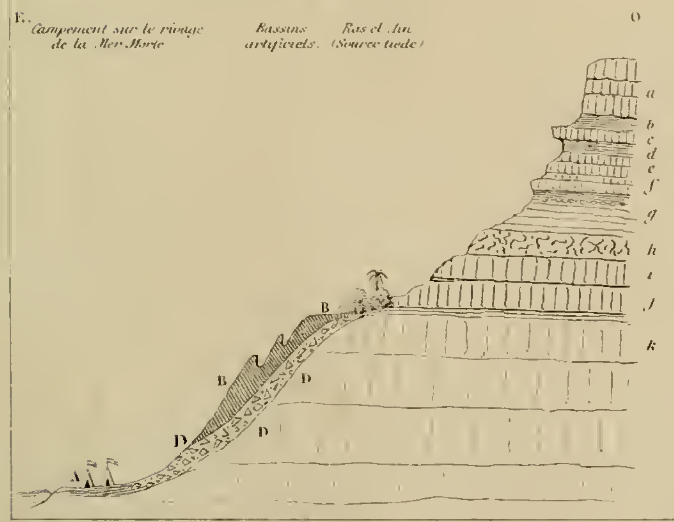
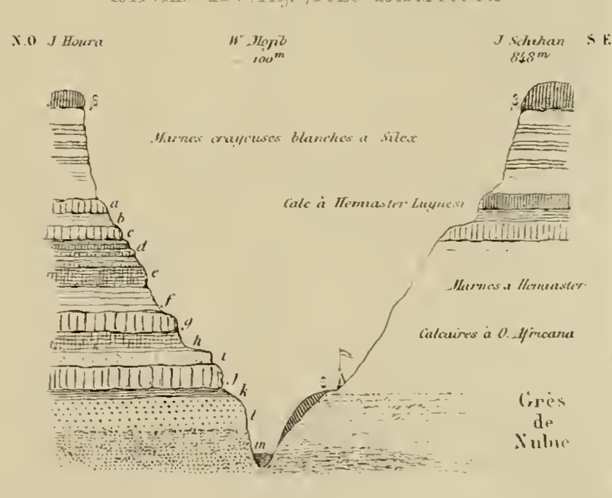
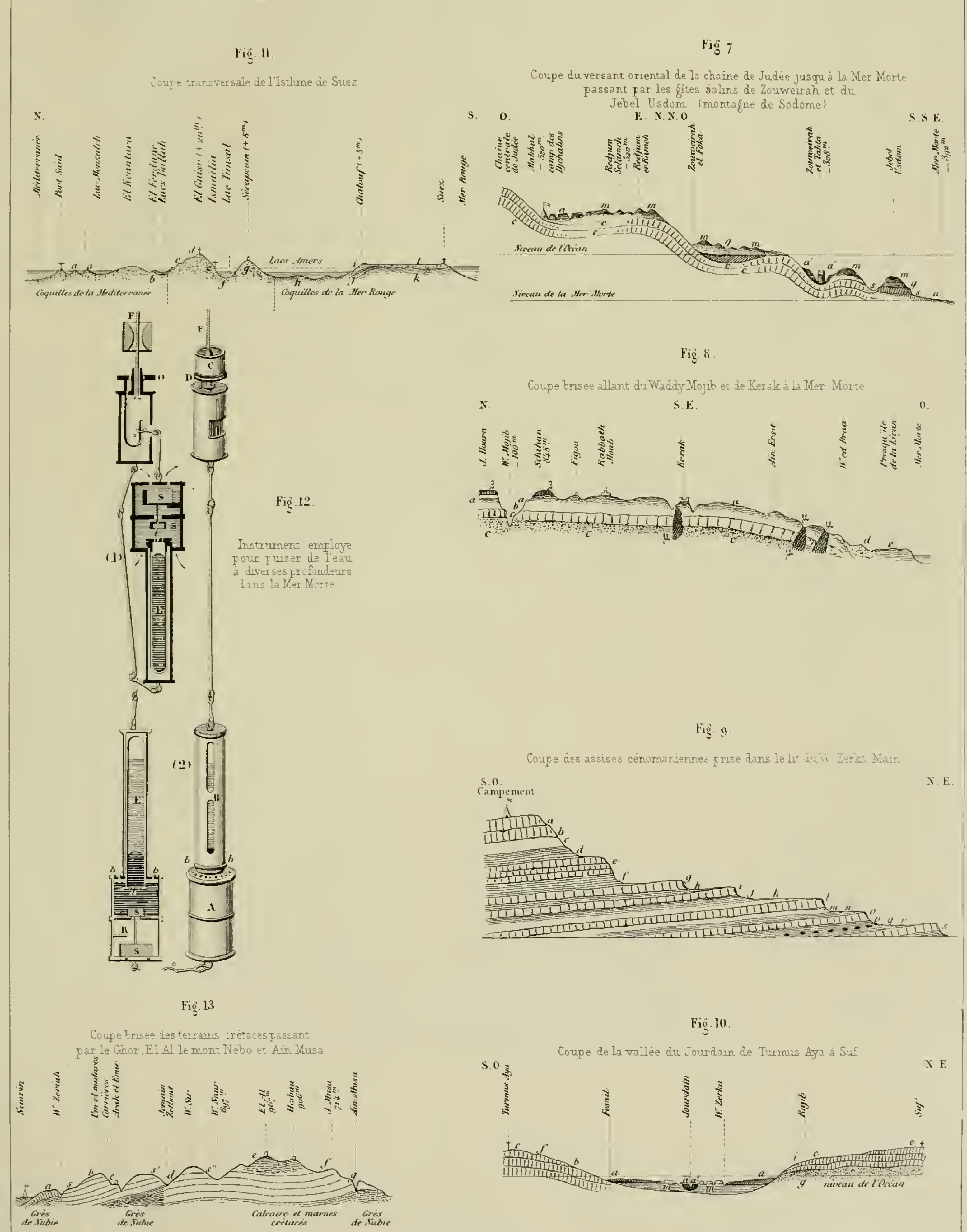



Fig. 6.

Coupe transversale de la Vallée du W. Mojib, à l'Est de la Mer Morte

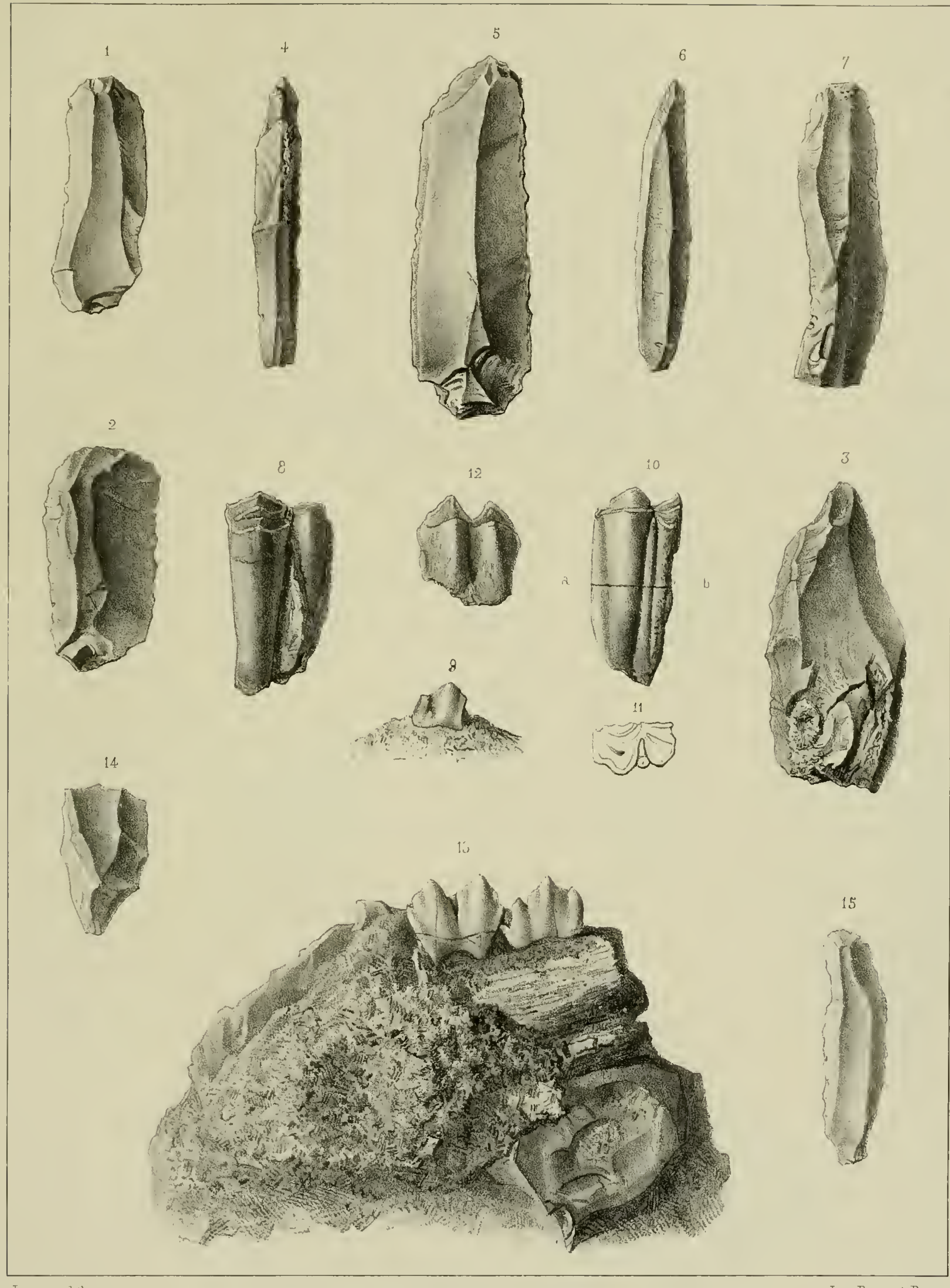







Arthus Bertrand, Éditeur



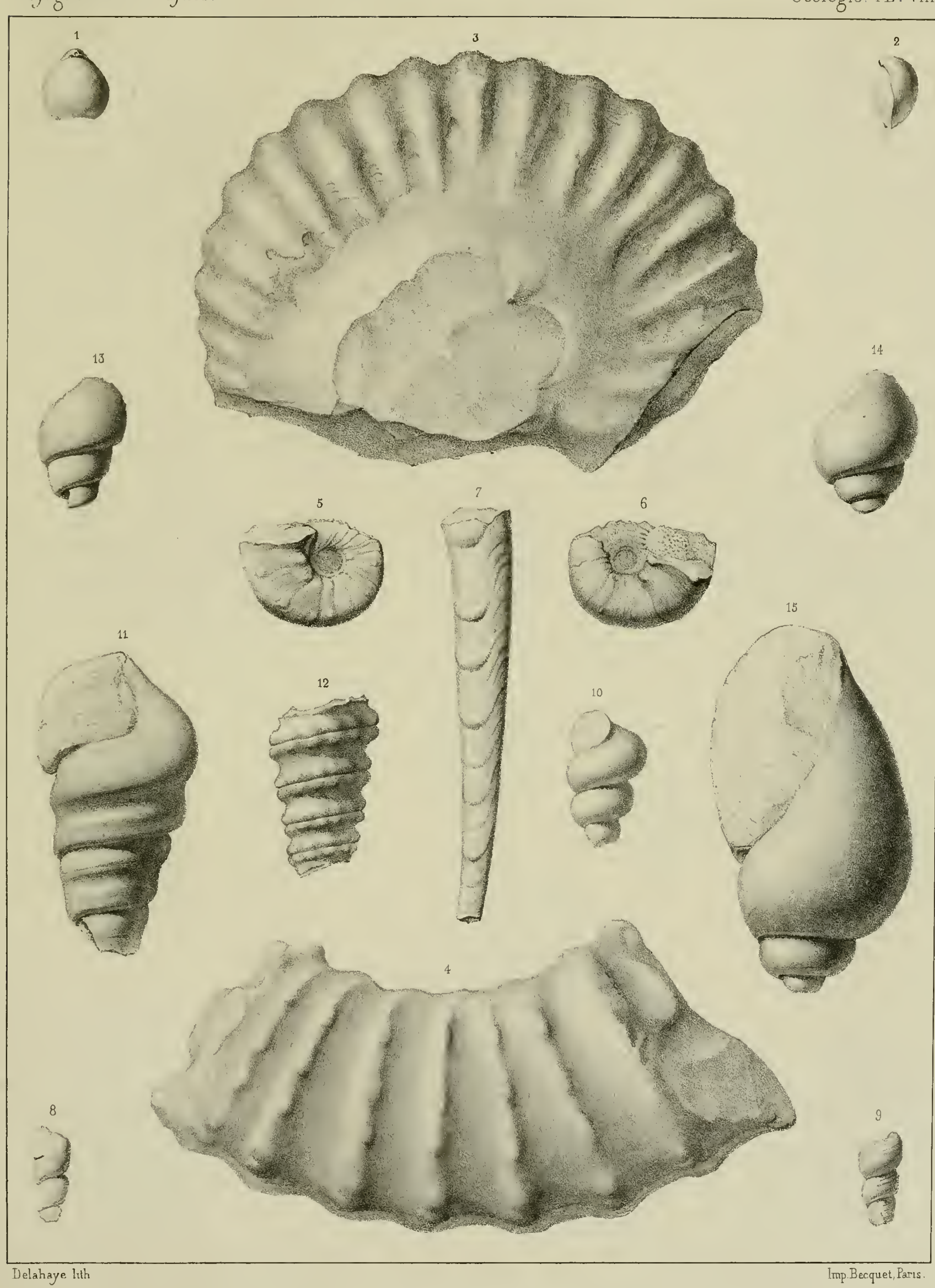



Louveau lith. Imp. Becquet, Paris.

1 _ 7 Silex taillés du Nahr-el-Kelb (Liban.)
8. Molaire supérieure de bouquetin id.
9 Dent de petite Antilope id.
10 _ 11 Dent de Chevre sauvage id.

12 _ 13. Dents de Daim engagés dans la brèche à silex taillés du Nahr-el-Kelb.
14. Silex taillé (?) d'Adloun (Phénicie.)
15. Silex taillé (?) de Manfoumieh (Ammonitide.)



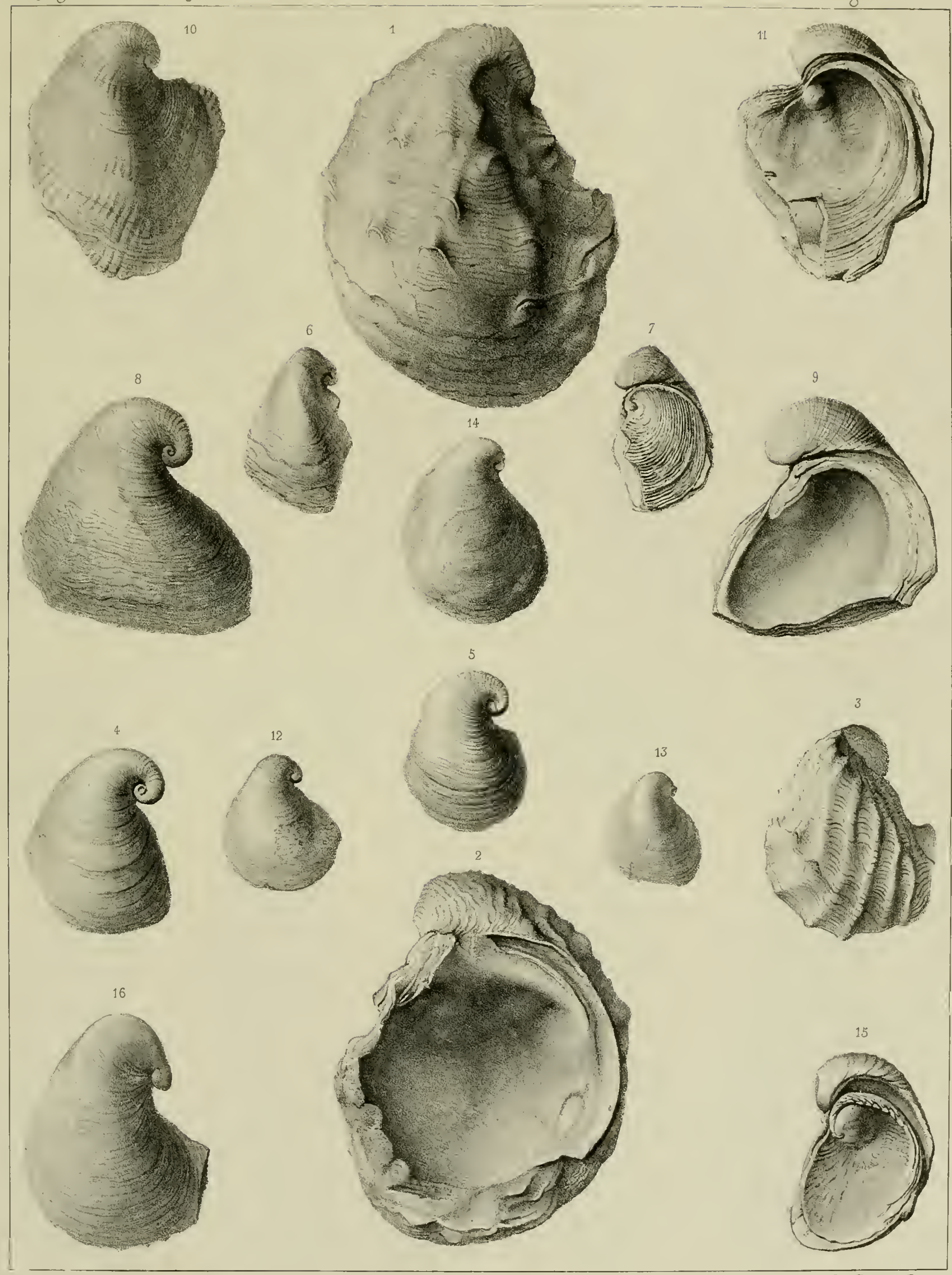



Delahaye lith. Imp. Becquet, Paris.

1_2. Terebratula Nicaisei, Coqu.?
3. Ammonites Mantelli, Sow.
4. A.______ Texanus, Roem.
5_6. A.______ Luynesi, L.L.

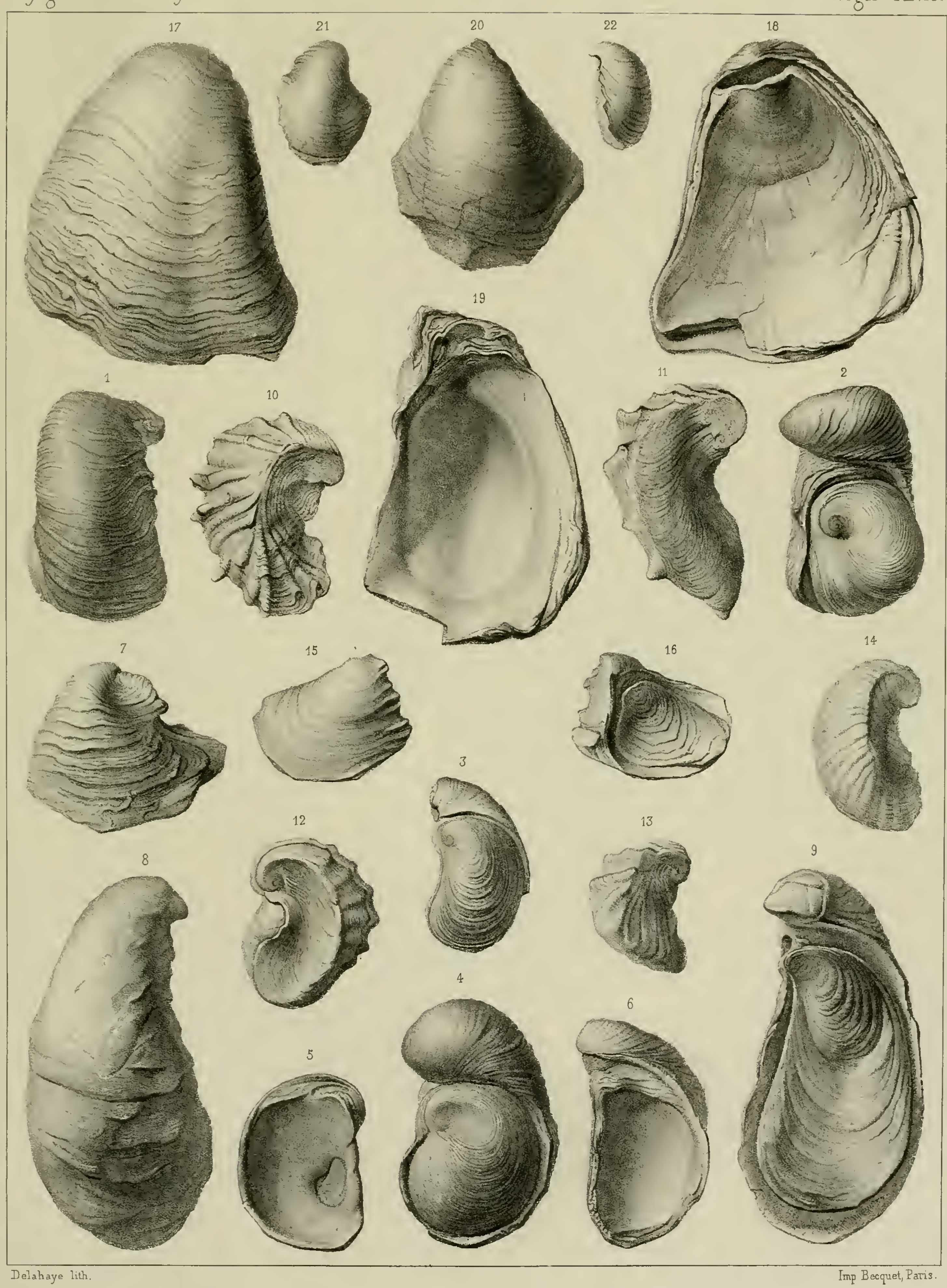
7. Baculites asper, Mort.
8_9. Turritella.
10. T.______
11. T.______ nerinæformis, Coqu.

12. Nerinæa gemmifera, Coqu.
13. Natica.
14. N.____
15. Pterodonta.




Delahaye lith. Imp. Becquet, Paris

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1_2 | Ostrea olisoponensis Scharpe sp. | 8_9 | Ostrea Mermeti var major L.L. |
| 3 | O. ——— ——— var scabra Coq. | 10_11 | O. ——— ——— „ sulcata L.L. |
| 4 | O. ——— Mermeti Coq. | 12_13 | O. ——— ——— „ minor L.L. |
| 5. | O. ——— ——— var rugosa L.L. | 14. | O. ——— columba, Desh. ? |
| 6_7. | O. ——— ——— „ carinata L.L. | 15_16. | O. ——— Luynesi L.L. |

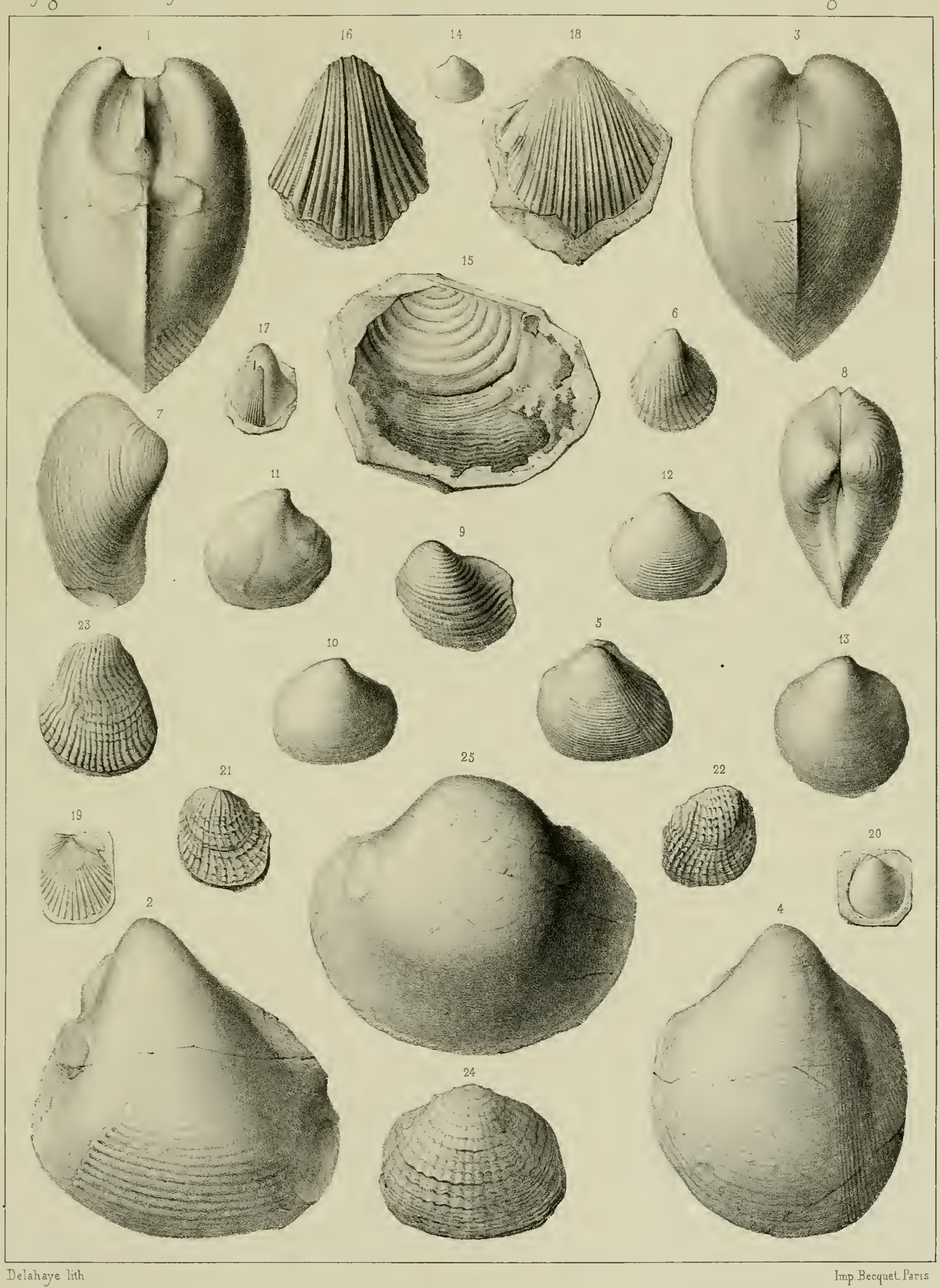



Delahaye lith.

Imp Becquet, Paris.

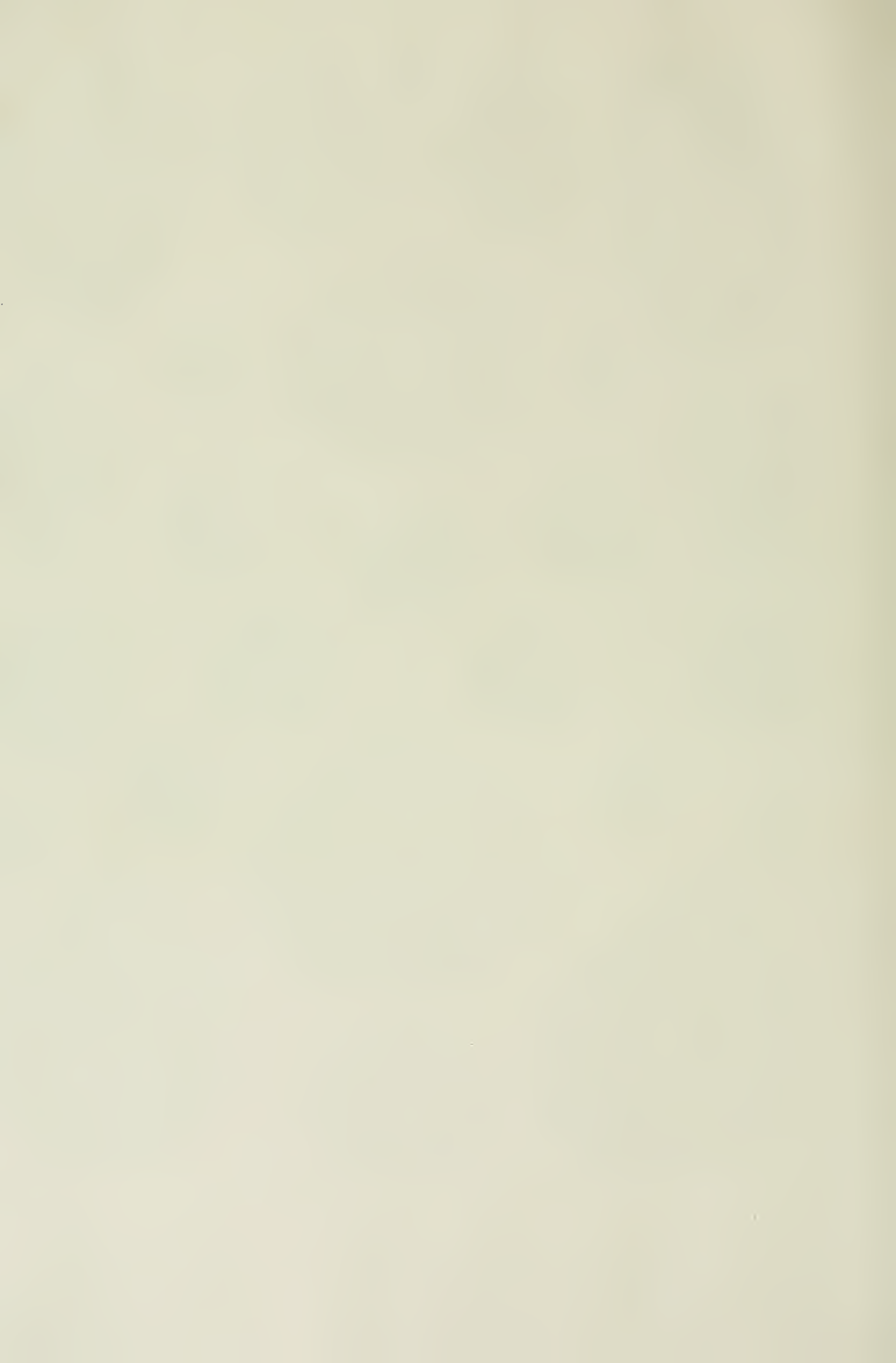
1 _ 6. Ostrea africana, Lamk. sp.
7 O.____ ______ var.
8 _ 9. O.____ Delettrei, Coq
10 _ 13. O ____ flabellata, d'Orb.

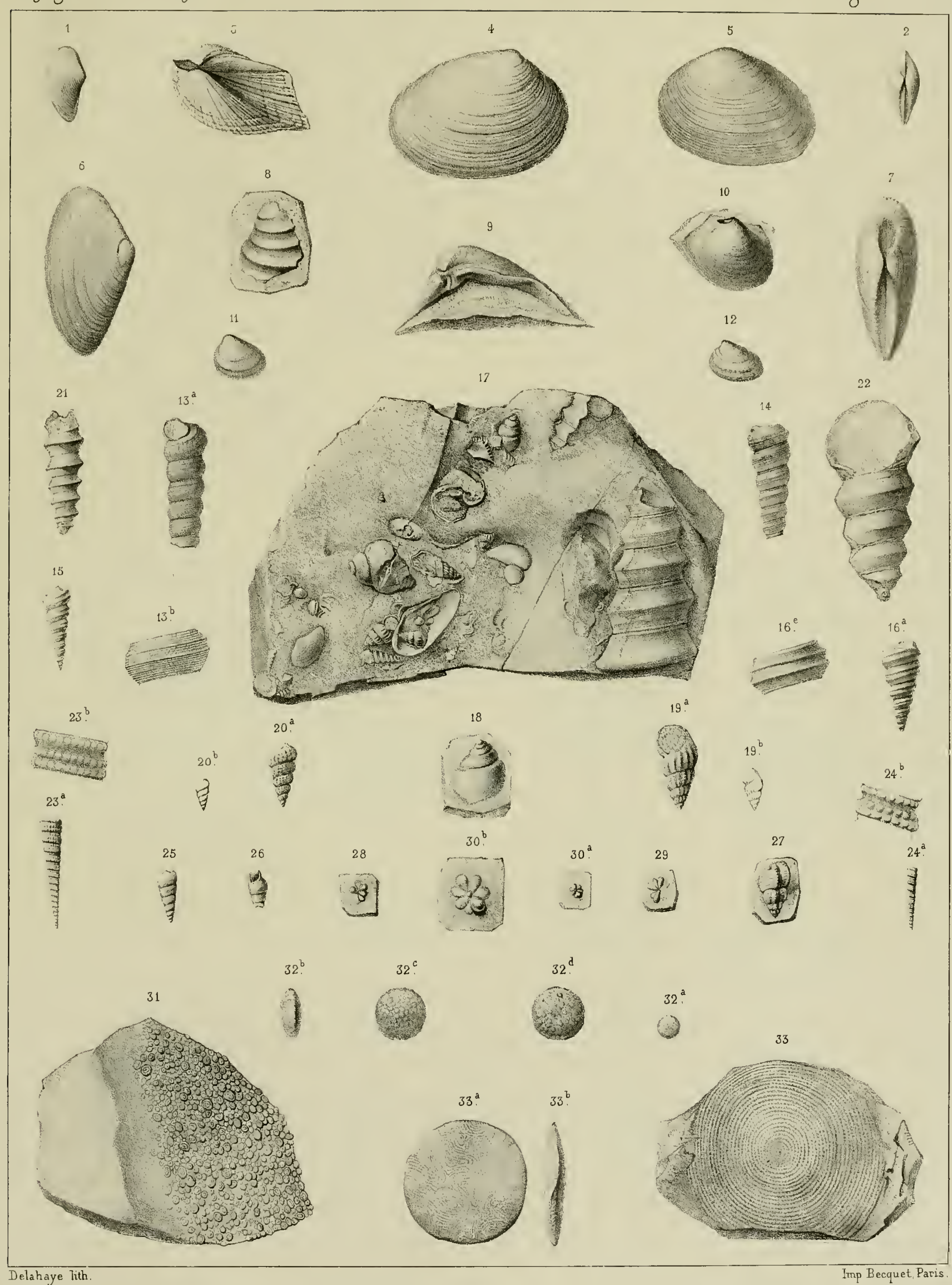
14. Ostrea flabellata (Echantillon roulé) ?
15 _ 16. O.____ canaliculata, d'Orb.
17 _ 22. O.____ vesicularis var. judaïca L.L.




Delahaye lith. Imp. Becquet. Paris

1_2. Cardium Pauli, Coqu.
3_4. C._____ Combei, L.L.
5. C._____ hillanum var. Mosaïcum, L.L.
6. Cardita Saportæ, Coqu.
7_8. Pholadomya Luynesi, L.L.
9. P._____ Vignesi, L.L.
10. Venus
11. Venus.
12. Lucina " "
13. Venus Forgemolli, Coqu?
14. Venus sp.
15. Inoceramus aratus, Conr.
16. Janira tricostata, Coqu.
17. J._____ æquicostata, d'Orb.
18. Janira Dutrugei, Coqu.
19. Pecten obrutus, Conr.
20. P._____ delumbis, Conr.
21_22. Plicatula Reynesi, Coqu.
23. P._____ , _____ ? grand exemplaire roulé.
24. P._____ Flattersii, Coqu. (roulé)
25. Corbis rotundata, d'Orb.





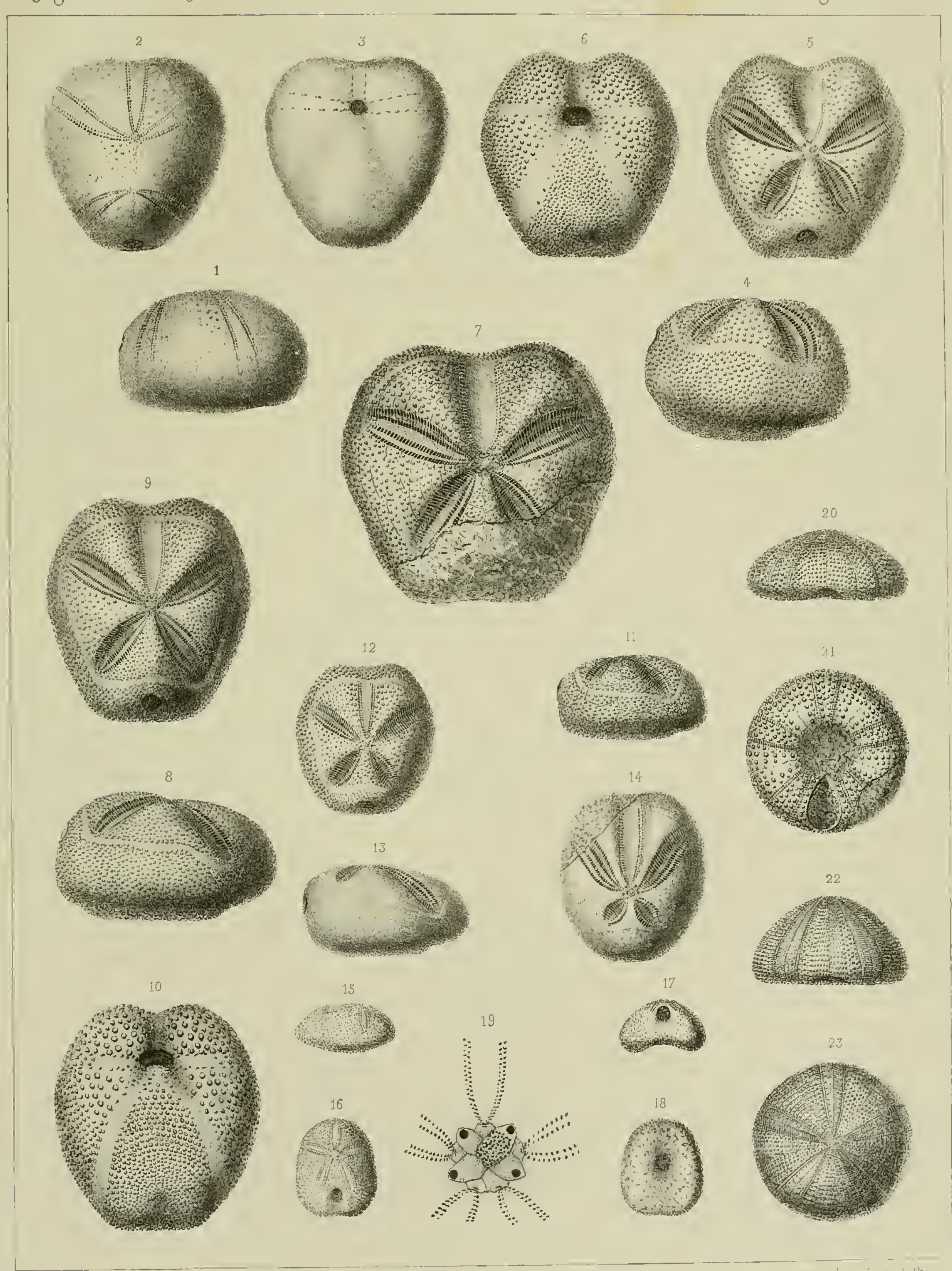

Delahaye lith.

Imp Becquet, Paris.

1_2. Leda perdita, Conr. sp.
3. Arca (Macrodon) parallela, Conr. sp.
4. Crassatella Falconeri, L.L.
5, 6. 7. id (déformées)
8. Inoceramus aratus, Conr.
9. Cardium hillanum, Sow var. moabiticum, L.L.
10. Ostrea vesicularis Lamk. var. judaica, L.L.
11_12. Nucula crebrilineata, Conr.

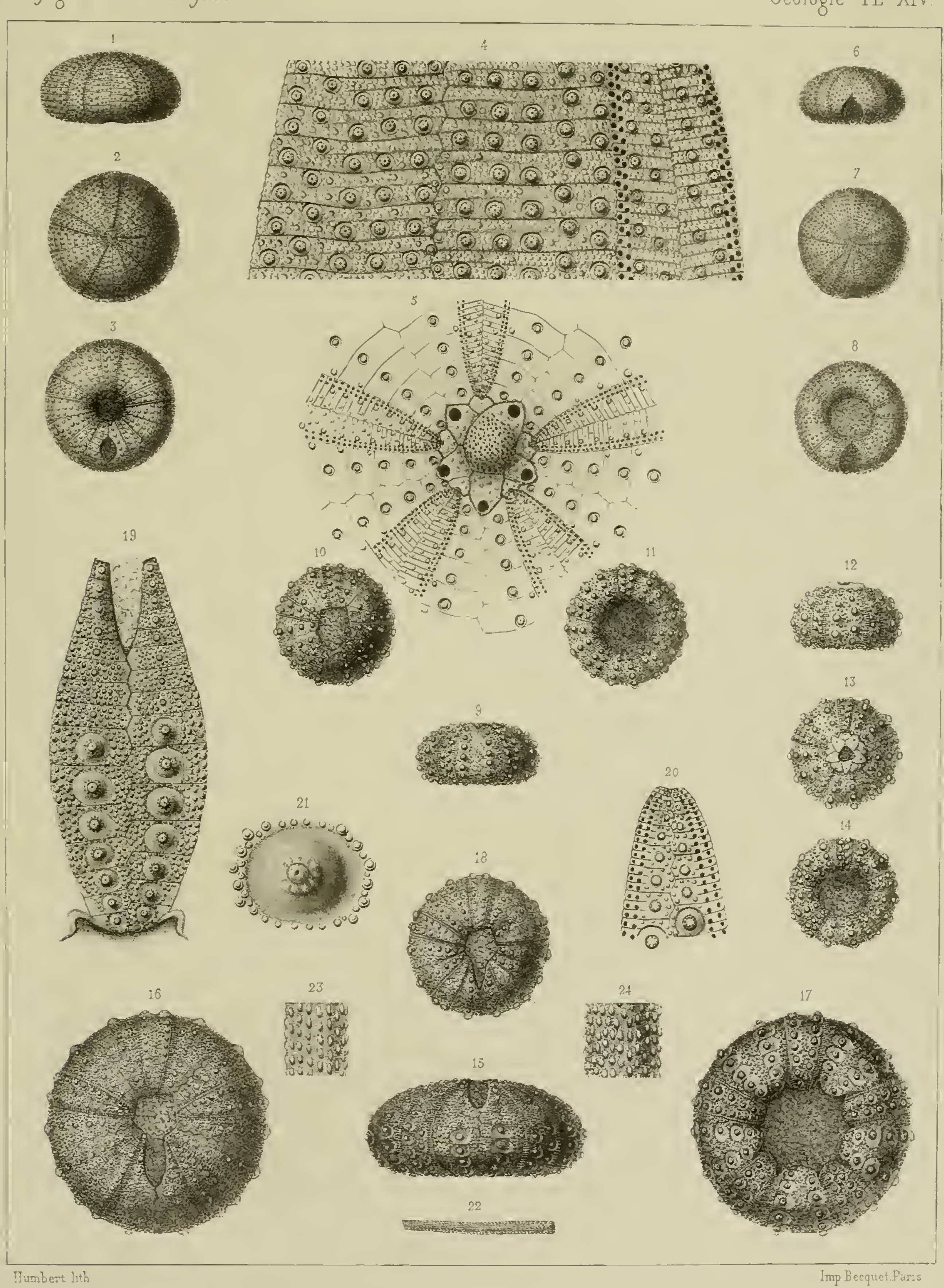
13_14. Turritella Maussi, L.L.
15_16. id. Seetzeni, L.L.
17. Bloc de silex de Schihan, empâtant des Natices, Leda, turritelles, scalaires. etc.
18. Natica sp.
19[a] Cerithium ? sp. n. (19[b] grandeur naturelle).
20[a] Scalaria Goryi, L.L. (20[b] grand nat.)
21_22. Turritella Reyi, L.L.

23_24. Triphoris Voguei, L.L.
25_26. Pyramidella, sp. n.
27. Murex, sp. n.
28, 29, 30[a] Corps enigmatique de Tell Mill.
31. Calcaire à Nummulites Guettardi, d'Arch.
32. Nummulites Lucasana, Defr.
33. N. ___ Lyelli, d'Arch. (vu de face (a) et de profil (b).
34. id. Section d'un individu de grande taille.




Humbert lith. Imp. Becquet Paris.

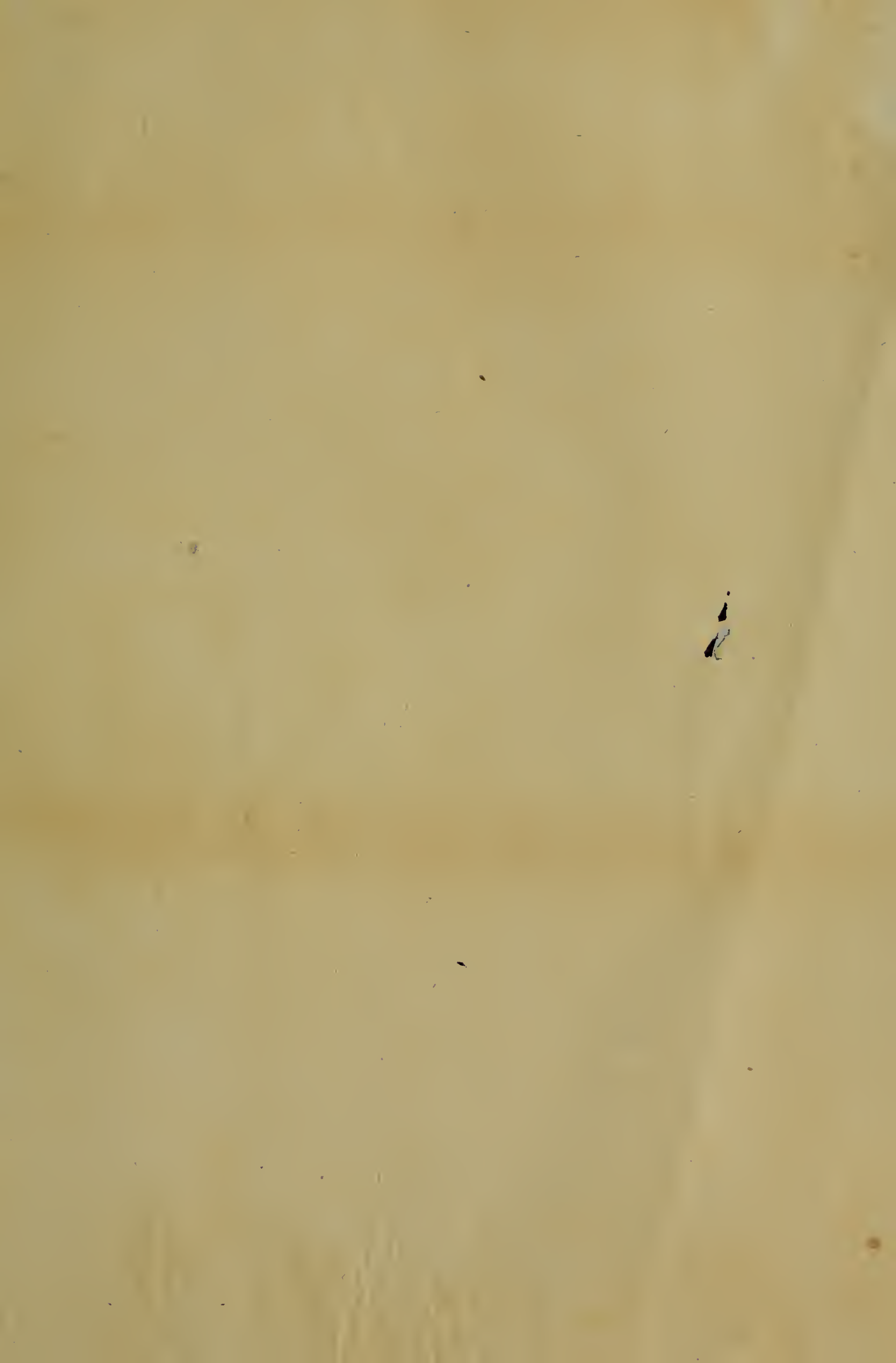
| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 _ 3. | Collyrites bicordata, Des Moul | 11 _ 12 | Hemiaster Orbignianus, Des. |
| 4 _ 6. | Hemiaster Luynesi, Cott. | 13 _ 14 | H.______ Vignesi, Cott |
| 7. | H.______ L.______ (var) | 15 _ 19 | Nucleolites Luynesi, Cott |
| 8 _ 10 | H.______ Fourneli, Desh | 20 _ 23 | Holectypus serialis. Desh |




Humbert lith

Imp. Becquet, Paris

| | |
|---|---|
| 1 _ 5. Holectypus Lartetii. Cott | 12 _ 14 Goniopygus Brossardi. Coq |
| 6 _ 8. H.______ excisus (Desh.) Cott. | 15 _ 21. Heterodiadema Libycum. Cott |
| 9 _ 11 Cyphosoma Delamarrei Desh | 22 _ 24 Cidaris (baguette) |



**VOYAGE DANS LE HAOURAN ET AUX BORDS DE LA MER MORTE**, par M. *Emman G. Rey*, membre de la Société de géographie, chargé d'une mission. 1 très-fort volume de texte, papier grand raisin, accompagné d'un atlas de 28 planches, toutes inédites, format grand in-folio. 84 fr.

Le volume de texte séparément. 9 fr.

Le volume de texte contient le journal du voyage et les résultats scientifiques recueillis durant l'expédition.

**ÉTUDE HISTORIQUE ET GÉOGRAPHIQUE DE LA TRIBU DE JUDA**, par M. *E. G. Rey*, chargé d'une mission en Orient par Son Exc. M. le ministre de l'instruction publique. 1 beau vol. in-4 accompagné de 2 cartes grand aigle, de plusieurs planches et de figures intercalées dans le texte. 16 fr.

**DESCRIPTION HISTORIQUE ET GÉOGRAPHIQUE DE L'ASIE MINEURE**, comprenant les temps anciens, le moyen âge et les temps modernes, avec un précis détaillé des voyages qui ont été faits dans la Péninsule depuis l'époque des croisades jusqu'aux temps les plus récents, précédée d'un tableau de l'histoire géographique de l'Asie depuis les plus anciens temps jusqu'à nos jours, par M. *Vivien de Saint-Martin*, secrétaire de la Société de géographie. 2 forts vol. in-8 avec cartes. 25 fr.

**VOYAGES EN ARABIE**, contenant la description des parties du Hedjaz regardées comme sacrées par les musulmans, celles des villes de la Mecque et de Médine, et des cérémonies observées par les pèlerins; suivies de notions sur les mœurs, coutumes et usages des Arabes sédentaires et scénites, et sur l'histoire de la géographie de ces contrées, par *Burckardt*. 3 vol. in-8 ornés de cartes et de plans. 22 fr. 50 c.

**VOYAGE DE L'EMBOUCHURE DE L'INDUS A LAHORE, A CABOUL, A BALAK, A BOUKARA**, et retour par la Perse, par le lieutenant *A. Burnes*, membre de la Société royale, lieutenant au service de la compagnie des Indes, traduits par M. *J. B. Eyriès*. 3 vol. in-8 accompagnés d'un atlas. 30 fr.

**JOURNAL D'UNE RÉSIDENCE EN CIRCASSIE**, par *Stanislas Bell*; ouvrage traduit de l'anglais, augmenté d'une introduction historique et géographique, et de notes tirées d'ouvrages récents et non traduits, par *L. Vivien de Saint-Martin*, secrétaire général de la Société de géographie. 2 vol. in-8 accompagnés de plusieurs planches et carte. 22 fr.

**LA HONGRIE ET LA VALACHIE**, par *E. Thouvenel*. 1 vol. in-8, orné d'une carte indiquant le cours du Danube jusqu'à son embouchure, et donnant le nom des villes, villages, bourgs, hameaux, châteaux, etc., qui se trouvent sur ses bords, ainsi que l'indication de toutes les stations de bateaux à vapeur qui remontent ou descendent le fleuve. 7 fr. 50 c.

**LA ROMANIE**, ou origine, langage, géographie, histoire, littérature, orographie et statistique des peuples de la langue d'Oc, *Ardaliens*, *Valaques* et *Moldaves*, résumés sous le nom de *Romans*, par *J. A. Vaillant*. 3 vol. in-8, carte. 21 fr.

**HISTOIRE DES PRINCIPAUX TRAVAUX EXÉCUTÉS EN ÉGYPTE**, depuis la plus haute antiquité jusqu'à nos jours, par *Linant de Bellefonds Bey*, ministre des travaux publics en Égypte. 1 très-fort vol. in-8, accomgagné d'un atlas grand in-folio renfermant 11 pl. imprimées en couleur et retouchées au pinceau, dont plusieurs doubles et quadruples. 70 fr.

**ETBAYE (L')**, pays habité par les Arabes Bicharieh, géographie, ethnologie et mines d'or, par *Linant de Bellefonds*. In-8, accompagné d'un atlas renfermant une carte grand aigle et 13 planches in-folio lithographiées. 38 fr.

**VOYAGE EN ABYSSINIE**, exécuté par une commission scientifique, composée de MM. *Théophile Lefebvre*, lieutenant de vaisseau, *A. Petit* et *Quartin Dillon*, docteurs-médecins, et *Vignaud*, dessinateur. 6 vol. grand in-8 et 3 atlas grand in-folio, renfermant 202 planches dont 72 tirées en couleur et retouchées au pinceau, avec une carte grand aigle. 500 fr.

**VOYAGE A LA COTE ORIENTALE D'AFRIQUE**, exécuté par le brick *le Ducouëdic*, sous le commandement de M. *Guillain*, capitaine de vaisseau, publié par ordre du gouvernement. 3 vol. grand in-8 et 1 atlas grand in-folio composé de 60 planches (cartes, plans, vues costumes, portraits, ethnologie, ethnographie, etc.), et lithographié par MM. *Bayot*, *E. Cicéri*, *J. Jacottet*, *Sabatier* et *Vogt*, d'après des épreuves daguerriennes et les dessins de MM. *Caraguel* et *Bridet*, enseignes de vaisseau, avec plusieurs grandes cartes gravées. 102 fr.

**JOURNAL DE ZOOLOGIE**, comprenant les diverses branches de cette science, histoire des animaux vivants et fossiles, anatomie et physiologie comparées, embryogénie, histologie, tératologie, etc., etc., par M. *Paul Gervais*, membre de l'Académie des sciences, prof. d'anatomie comparée au Muséum.

Le *Journal de zoologie* renferme des mémoires originaux relatifs aux différentes branches de l'histoire des animaux, mentionne tous les faits les plus nouveaux et les plus intéressants dans les sciences zoologique et paléontologique, et met le lecteur au courant des dernières découvertes accomplies.

Ce recueil, fondé en 1872, paraît tous les deux mois, par cahiers de 80 à 96 pages et 4 ou 5 planches. Il forme chaque année un très-fort volume grand in-8° accompagné d'un atlas de 25 planches.

Paris, 20 fr. — Départements, 23 fr. — Étranger, 25 fr.

**OSTÉOGRAPHIE DES CÉTACÉS** vivants et fossiles; description iconographique du squelette et du système dentaire de ces animaux, ainsi que des documents relatifs à leur histoire naturelle, par MM. *Van Beneden*, professeur à l'Université de Louvain, et *Paul Gervais*, membre de l'Institut et de l'Académie des sciences, professeur d'anatomie comparée au Muséum.

Cette publication paraîtra en 12 livraisons environ, renfermant chacune 5 feuilles in-4 de texte et 4 planches grand in-folio lithographiées.

Prix de la livraison : 15 fr. — *En vente* : Les huit premières livraisons.

**ZOOLOGIE ET PALÉONTOLOGIE GÉNÉRALES**, ou nouvelles recherches sur les animaux vertébrés vivants et fossiles, et comprenant des documents et mémoires d'anatomie et de paléontologie sur différents groupes, par M. *Paul Gervais*, membre de l'Institut, professeur au Muséum de Paris.

Cette publication se composera de 3 volumes, format grand in-4°. Chaque volume contiendra 300 pages environ avec de nombreuses figures dans le texte et sera accompagné d'un atlas de 50 planches lithographiées. Chaque volume est publié en 13 livraisons à 5 francs chacune.

**Première série.** — Recherches sur l'ancienneté de l'homme et la période quaternaire.— Recherches sur différents groupes de mammifères, particulièrement sur les animaux qui ont été détruits pendant les périodes tertiaire et quaternaire. — Recherches sur différents groupes de vertébrés ovipares, les uns actuellement existants, les autres éteints, et sur les faunes auxquelles ils appartiennent.

**Seconde série.** — *Sous presse* : Les deux premières livraisons.

**GÉOLOGIE, MINÉRALOGIE, MÉTALLURGIE ET CHIMIE**, par M. *J. Durocher*, membre de l'Institut, ingénieur des mines. 1 vol. in-8 grand raisin accompagné d'un atlas de 11 planches dont une grande carte (coloriée) géologique et métallurgique de la Scandinavie, imprimée en deux grandes feuilles. 60 fr.

Cet ouvrage fait partie du voyage en Scandinavie, etc. Ce travail contient de nombreuses observations sur la constitution géologique et orographique de la Scandinavie, ainsi que sur les mines de fer, de cuivre, d'étain, de plomb argentifère, d'argent, de cobalt, de chrome, etc., qui sont en grande exploitation dans ces régions avec leur classement géographique et leur division. Ces 11 planches, qui représentent des coupes géologiques et orographiques, vues des montagnes formées de divers terrains, plans et coupes, ajoutent encore un plus grand intérêt à ces savantes observations.

**GÉOGRAPHIE PHYSIQUE** des voyages en Scandinavie, Laponie, Spitzberg, etc., par MM. *Bravais* et *Martins*. 2 vol. in-8 et un atlas de 4 planches in-folio. 30 fr.

Observations sur les glaciers du Spitzberg comparés à ceux des Alpes, de la Suisse et de la Norwége. Mémoire sur la limite des neiges perpétuelles sur les glaciers du Spitzberg, ainsi que sur les phénomènes diluviens et les théories où on les suppose produits par les glaciers. Observations sur la direction qu'affectent les stries des rochers de la Norwége et du Spitzberg. Mémoire sur le phénomène erratique du nord de l'Europe et sur les mouvements récents du sol scandinave, etc., etc.

**GÉOLOGIE, MINÉRALOGIE ET MÉTALLURGIE**, par M. *Eugène Robert*. 1 vol. in-8 accompagné de 30 planches in-folio. 60 fr.

Cet ouvrage fait partie des voyages en Scandinavie, en Laponie, etc., publiés par ordre du gouvernement.

Il contient toutes les observations géologiques faites en Danemark, Suède, Norwége et Russie; une description géologique du Spitzberg; des observations sur les glaciers et les glaces flottantes de cette île, ainsi que sur les traces de la mer en Scandinavie ; un rapport sur les mines de cuivre du Finmark, etc.

**FLORE DE LA NOUVELLE-CALÉDONIE**, suivie de considérations générales sur les propriétés des bois, résumant les caractères distinctifs des principales essences connues, par M. *Pancher*, botaniste du gouvernement à Nouméa. In-8 avec 11 planches. 5 fr.

Une table alphabétique fait connaître pour chacune des essences, les numéros des échantillons qui font partie des principales collections recueillies jusqu'à ce jour. Elle permet en outre, en se reportant aux numéros d'ordre indiqués, de retrouver les renseignements recueillis sur les diverses essences consignées dans ce travail.

**FORAMINIFÈRES DE L'ILE DE CUBA** (Histoire naturelle des), par M. *Alcide d'Orbigny*. 1 vol. in-8, papier grand raisin, accompagné d'un atlas de 12 planches in-folio, coloriées au pinceau. 65 fr.

**INSECTES DE L'ILE DE CUBA** (Histoire naturelle des), par MM. *Guérin-Méneville* et *Lucas*. 1 très-fort vol. in-8 accompagné d'un atlas de 20 planches in-folio, coloriées. 150 fr.

**MAMMIFÈRES ET OISEAUX DE L'ILE DE CUBA** (Histoire naturelle des), par MM. *Ramon de la Sagra* et *Alcide d'Orbigny*. 1 volume in-8, papier grand raisin, accompagné d'un atlas de 41 planches in-folio, coloriées au pinceau. 150 fr.

**MAMMIFÈRES ET OISEAUX DE L'ALGÉRIE** (Histoire naturelle des), par M. *Loche*, directeur du Muséum d'Alger, membre de plusieurs sociétés savantes françaises et étrangères, etc. 3 beaux vol. in-4, papier jésus vélin, accompagnés de 2 atlas renfermant 22 planches coloriées au pinceau. 350 fr.

**MOLLUSQUES DE L'ILE DE CUBA** (Histoire naturelle des), par M. *Alcide d'Orbigny*. 2 vol. in-8, papier grand raisin, accompagnés d'un atlas de 29 planches coloriées. 130 fr.

**REPTILES DE L'ILE DE CUBA** (Histoire naturelle des), par MM. *Cocteau* et *Bibron*. 1 vol. in-8, papier grand raisin, accompagné d'un atlas de 31 planches coloriées. 130 fr.

**ZOOLOGIE**, par MM. *Eydoux* et *Souleyet*, médecins de la corvette *la Bonite*, pendant son voyage autour du monde. 2 vol. in-8 vélin, accompagnés d'un atlas de 100 pl. coloriées. 252 fr.

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2